ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 NOVEMBRE 1923.

PRÉSIDENCE DE M. ALBIN HALLER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. le Professeur **Zelinsky**, de l'Université de Moscou, qui assiste à la séance.

Après la lecture de la Correspondance, M. **A. Haller** prend la parole pour annoncer le décès de M. **Arnaud de Gramont** :

Mes chers Confrères,

Un nouveau deuil vient s'ajouter à ceux, déjà nombreux, qui ont frappé l'Académie au cours de la présente année. Le comte **Arnaud de Gramont**, membre de la Section des Académiciens libres, a succombé, le 31 octobre dernier, au château de la Bizolière, en Maine-et-Loire, à l'âge de 62 ans.

Après s'être essayé à la synthèse organique et à la reproduction artificielle de quelques minéraux et avoir publié, en collaboration avec son maître Friedel, un travail sur la pyroélectricité de la *scolézite*, notre regretté confrère s'est spécialisé dans la spectroscopie. Il y a rapidement atteint une maîtrise et une renommée que justifiaient les méthodes nouvelles imaginées et les beaux résultats obtenus.

Le premier, M. de Gramont a reconnu que l'étincelle de décharge d'un condensateur électrostatique, beaucoup plus lumineuse, plus courte et plus large que celle de la bobine, fournit en éclatant à la surface d'un composé, un spectre complexe où tous les éléments constitutifs du composé sont libérés et donnent, chacun indépendamment, leur spectre de lignes individuel.

L'ensemble du spectre ainsi produit, que l'auteur appelle *spectre de dissociation*, est la simple superposition des spectres de lignes des éléments composants.

En supprimant la condensation, on fait disparaître complètement les spectres des métalloïdes, et l'on n'a plus que quelques raies brillantes des métaux.

Étudiée d'abord dans la partie visible du spectre, cette méthode générale d'investigation fut étendue plus tard, par les procédés photographiques, à toute la région ultraviolette que l'air n'arrête pas. Appliquée à l'étude des spectres d'un grand nombre de minéraux conducteurs, elle le fut aussi à la détermination du spectre des sels fondus et des composés non conducteurs en suspension dans ces derniers.

M. de Gramont a complété cette œuvre capitale par un ensemble de recherches sur les spectres d'étincelles des liquides sans raies d'électrodes; sur l'application, selon la méthode imaginée par MM. Schuster et Hemsalech, de la self-induction aux spectres de dissociation; sur les spectres de bandes de silicium et du phosphore (en collaboration avec M. de Watteville).

On lui doit également de nombreuses études sur les raies ultimes; sur la répartition de ces raies dans le spectre des diverses régions du soleil et dans les spectres stellaires; sur la dispersion et la construction des spectroscopes; sur l'emploi du chalumeau oxyacétylénique en spectroscopie.

La précision apportée dans les mesures effectuées par M. de Gramont a permis d'entrevoir leur application à l'analyse spectrale quantitative et aussi au contrôle des corps servant à la détermination des poids atomiques.

Cette œuvre, poursuivie avec une inlassable activité pendant plus de 30 ans, a fait de son auteur le digne successeur des Salet et Lecocq de Boisbaudran, et l'a mis au premier rang des spectroscopistes contemporains. Elle est magistralement résumée dans la deuxième partie d'un traité sur le point de paraître, et qui a pour titre « Analyse spectrale appliquée aux recherches de Chimie minérale », où notre confrère, associant son nom à celui de Lecocq de Boisbaudran, a voulu rendre un pieux hommage au savant illustre auquel nous devons la découverte du gallium.

La mort de M. de Gramont laissera au cœur de tous ses amis et de tous ceux qui l'ont connu, le souvenir d'un galant homme, à l'esprit généreux et profondément dévoué à la science et à son pays.

En adressant à Mme Arnaud de Gramont et à sa famille vos condoléances émues, votre Président est certain d'être votre fidèle et sincère interprète.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *L'amplification du courant des cellules photo-électriques et ses applications.* Note [1] de MM. **G. Ferrié**, **R. Jouaust** et **R. Mesny**.

L'instantanéité avec laquelle les cellules photo-électriques répondent aux éclairements auxquels elles sont soumises les rend précieuses pour l'étude d'un certain nombre de mouvements rapides qui jusqu'ici n'ont pas pu être enregistrés (mouvement des étoiles), ou qui ne l'ont été que par l'intermédiaire de liaisons électriques ou mécaniques susceptibles de les modifier (mouvement des pendules).

Malheureusement les courants photo-électriques sont excessivement faibles, de l'ordre de 10^{-10} ampère pour des éclairements de l'ordre du lux.

On ne peut donc utiliser les cellules qu'en faisant traverser au courant photo-électrique des galvanomètres très sensibles et en photographiant les déplacements du spot, ou en les faisant agir sur des relais qui ont toujours de l'inertie.

A l'instigation de M. Chrétien, nous avons cherché à utiliser le relais sans inertie que constitue la lampe à trois électrodes. Nous y sommes arrivés par deux procédés différents.

1° L'anode de la cellule est reliée à la grille d'une lampe à trois électrodes, le négatif du filament étant relié au pôle positif de la batterie dont le négatif est connecté au dépôt alcalin. Comme toujours une différence de potentiel continue est appliquée entre la plaque et le filament de la lampe.

Le dégagement d'électrons, qui se produit lorsque le dépôt alcalin est éclairé, charge négativement la grille; il en résulte une diminution du courant filament-plaque.

Pour obtenir de bons résultats, il est nécessaire que la capacité de la grille par rapport aux divers organes de la lampe soit faible; il faut en outre que la grille soit bien isolée. Il convient donc d'utiliser des lampes dites « à cornes » et encore est-il nécessaire de sélectionner les lampes employées. Très peu parmi les lampes de fabrication courante sont susceptibles de donner de bons résultats. Avec une lampe ayant les dimensions des lampes ordinaires de réception, nous avons obtenu une amplification de 1000, la variation du courant filament-plaque étant 1000 fois l'intensité du courant photo-électrique. Avec une lampe d'émission du type de 50 watts

[1] Séance du 29 octobre 1923.

fonctionnant sous 1000 volts nous avons obtenu une amplification de 10000.

Nous avons pu par ce procédé enregistrer à l'Observatoire de Paris les oscillations d'un pendule. Un écran muni d'une mince fente lumineuse était fixé au balancier. Une lampe électrique était placée derrière le pendule et venait éclairer la cellule lorsque la fente et par suite le balancier se trouvaient dans une position déterminée. Comme enregistreur, nous utilisions un appareil à noir de fumée, du modèle utilisé dans le repérage par le son, muni d'un oscillographe Abraham. La cellule avait été fabriquée par M. Rougier. La précision de l'enregistrement était la même que celle obtenue dans l'enregistrement des signaux horaires transmis par radiotélégraphie.

2° La difficulté de trouver des lampes à trois électrodes présentant les qualités nécessaires nous a conduit à essayer un autre procédé d'apparence plus compliquée mais plus sûr.

Entre la cellule et la source éclairante tourne avec une grande vitesse un disque muni de fentes. Le courant photo-électrique devient donc un courant de fréquence musicale correspondant à une note assez élevée.

Le primaire du transformateur d'entrée d'un amplificateur pour fréquence musicale à trois lampes est intercalé dans le circuit du courant photo-électrique.

La différence de potentiel amplifiée, recueillie à la sortie de cet amplificateur, agit entre le filament et la grille d'une lampe modulatrice, dans le circuit plaque de laquelle n'est intercalée aucune force électromotrice. Mais le filament d'une part, la plaque d'autre part, de cette lampe modulatrice sont reliés aux deux bornes d'un petit générateur d'ondes entretenues.

Ce générateur était du modèle à deux lampes à montage symétrique imaginé par l'un de nous et produisant des ondes de très haute fréquence (d'une longueur d'onde d'environ 50^{m}).

Lorsque cet appareil est réglé près de sa limite d'entretien, toute variation de la différence de potentiel filament-grille de la lampe modulatrice, amenant des variations de la résistance filament-plaque, provoque des variations importantes du courant engendré dans l'appareil. On réalise ainsi une nouvelle amplification du courant photo-électrique qu'on peut encore augmenter en plaçant derrière le générateur d'ondes courtes un amplificateur à très basse fréquence.

Nous avons pu réaliser ainsi des amplifications de l'ordre 10^{6}.

Ce procédé a été employé pour l'enregistrement des mouvements d'un pendule de gravitation de Repsold. Un miroir sphérique de galvanomètre

renvoyait sur la cellule l'image d'une source lumineuse dont les rayons avant d'arriver au miroir avaient traversé les fentes du disque tournant. La netteté de l'enregistrement semblait indiquer qu'il serait possible d'arriver à déterminer par ce procédé la période d'oscillation à un millième de seconde près. Il y aurait sans doute là un nouveau procédé à utiliser dans les recherches relatives à la simplification des déterminations de l'intensité de la pesanteur.

Mentionnons pour terminer que nous avons cherché à enregistrer par ce procédé le courant photo-électrique dû à l'éclairement des étoiles. On se heurte dans cette voie à de nombreuses difficultés. Des expériences ont pu cependant être récemment réalisées, en employant une des lunettes de l'Observatoire de Paris avec le concours de M. Jules Baillaud. Elles ont déjà donné quelques résultats encourageants et nous continuons nos recherches à ce sujet.

BOTANIQUE. — *Sur le Pleurote du Chardon bleu de la Vanoise.* Note de M. J. Costantin.

J'ai signalé, en 1921 (1), l'existence d'un type de Pleurote, voisin de *Pleurotus Eryngii* (2) De Candolle, qui mérite d'être considéré comme une forme alpestre caractérisée (3).

C'est dans la zone assez restreinte des Chardons bleus (*Eryngium alpinum*) que se développe surtout ce Champignon (4). Cette espèce d'Ombellifère s'élève sur le rude chemin du col des Saulces, jusqu'à environ 1950^{m} (au Dos de l'Ane); mais je n'ai pas observé le Pleurote à une si haute altitude (5). Non pas parce que cette altitude est,

(1) Costantin, *Sur la Biologie alpestre* (*Comptes rendus*, t. 175, 1921, p. 537).

(2) De Candolle, *Fl. franç.*, VI, 47; Fries, *Syst. mycol.*, I, 84; *Hymen Europ.*, 171; Paulet, t. 39; Letellier, 693; Vittadini, *Fungi Mangereci*, t. 10, fig. 2; Venturi, t. 45, fig. 3; Inzenga, I, 10; *Mich. Gen.*, t. 73; Saccardo, *Sylloge fungorum*, V, 347; *Pl. cardarella Battara*, t. 16, fig. 6. (C'est le nom qu'adopte Quelet, *Fl. myc.*, mais le nom *Pl. Eryngii* est devenu classique.)

(3) Je propose de la désigner sous le nom *Pleurotus Hadamardii* (espèce ou variété), en l'honneur du confrère qui m'a apporté les premiers échantillons de cette plante intéressante.

(4) Entrée de la vallée de Chavière : 1° partie presque plate ou en pente douce entre les granges de Cholière et Les Planes; 2° pentes du Petit Mont Blanc, à exposition du midi.

(5) Cependant M. Mermillod a vu le Pleurote sur les pentes au midi du Petit Mont Blanc jusqu'à 2000^{m}.

en elle-même, incompatible avec la venue du Champignon, mais parce que les fructifications n'apparaissent qu'après le fauchage de ces prairies rendues si splendides par l'admirable floraison de ces Chardons, cette caractéristique végétale de la région de la Vanoise. Or la coupe des prés les plus élevés est tardive et, bien souvent, l'arrivée des froids et de la neige doivent faire avorter les Champignons de la zone la plus haute. Il semble que c'est ce qui a dû se produire l'an dernier, pour l'ensemble du district, parce que la saison alpestre a été prématurément raccourcie par l'arrivée inopinée de la neige au début de septembre ([1]). Je crois que la poussée des Champignons a été plus ou moins avortée en 1922 ([2]), et j'ai pu me demander, avec quelque inquiétude, au début de septembre 1923, si les phénomènes constatés par moi, en 1921, étaient accidentels et s'ils se reproduiraient.

Dès le 4 septembre 1923 ([3]), une exploration rapide de l'entrée de la vallée de Chavière me donna la conviction que ce qui avait été observé antérieurement était la règle : l'épanouissement des Champignons du Chardon bleu a été très remarquable, moins beau cependant qu'il y a deux ans ([4]).

Dans l'étude de l'éclosion du Pleurote, ce qui frappe l'observateur c'est que les fructifications n'apparaissent qu'*une semaine après la coupe des prés ;* avant on n'aperçoit pas de chapeaux, du moins je n'en ai jamais vu. D'ailleurs on peut se demander comment ces Cryptogames pourraient s'épanouir au milieu des hautes herbes qui constituent ces puissantes prairies : la place et la lumière manquent pour ces végétaux inférieurs.

En 1921, j'ai été très frappé par l'abondance et le développement continu des fructifications qui apparaissent, en quelque sorte, comme les *volées* de chapeaux qui s'observent dans la *culture artificielle* dn Champignon de couche. C'est pour cela que je me suis servi alors de l'expression *culture naturelle* ([5]). Ces termes me paraissent encore justes, après ce que j'ai vu

---

([1]) J'étais, en 1922, à La Thuile (vallée d'Aoste, Italie) et le temps s'est gâté le 29 août. Au début de septembre, des chutes de neige ont bloqué définitivement le Petit Saint-Bernard, fait qui ne s'était pas vu, d'après les gens du pays, de mémoire d'homme.

([2]) Deux jeunes botanistes qui m'avaient écrit pour avoir des précisions sur la station du Pleurote m'ont informé qu'ils n'avaient rien trouvé.

([3]) J'ai des dessins représentant le Pleurote faits le 28 août 1921; la saison paraît avoir été nettement plus précoce.

([4]) M. Ménégaux, qui est resté après mon départ (14 septembre) à Pralognan, m'a appris que la poussée a été merveilleuse jusqu'au 20 septembre (jour de son départ).

([5]) Comme si le Petit Mont Blanc était une immense meule à Champignons; mais le champignonniste fait défaut pour larder la meule, qui s'ensemence spontanément par un processus que je cherche à préciser.

en 1923. C'est l'intervention du faucheur qui provoque l'apparition d'un phénomène inattendu, il est l'opérateur inconscient qui réalise une technique agricole dont les effets sont non seulement imprévus mais complètement ignorés de lui ([1]). En coupant les hautes herbes, il provoque la production intense et prolongée des fructifications.

Si le fauchage n'intervenait pas, l'évolution du Pleurote serait certainement entravée, retardée et peut-être singulièrement réduite par l'arrivée des froids. Un observateur même très attentif constaterait, comme dans le cas du Pleurote du Chardon Rouland (*Eryngium campestre*), au milieu de la garrigue, un Champignon poussant de-ci, de-là sur quelques plantes mortes; il ne serait pas frappé, comme dans le cas actuel, par l'intensité du phénomène d'attaque d'un grand nombre de pieds d'*Eryngium alpinum* par le Pleurote.

Cette intensité d'attaque m'a fait employer les mots « culture naturelle ». Je me suis aussi servi dans ma Note de l'expression de « parasitisme », mais est-elle justifiée pour l'ensemble du développement du Chardon? Le parasitisme paraît être un fait incontestable, car la souche de l'Ombellifère est souvent évidée au centre, corrodée par l'action digestive du Champignon. Comment se fait-il qu'au mois d'août la prairie d'*Eryngium* ait un si bel aspect, qu'on n'y constate aucune trace de souffrance, qu'aucune plante ne paraît malade? Singulier parasitisme qui laisse les plantes si prospères, et qui passe tout à fait inaperçu, quand les Chardons se développent normalement, c'est-à-dire sans coupe ([2]).

C'est l'opération de l'homme qui, en coupant les herbes et en mutilant la plante, amène une rupture d'équilibre qui déclanche la maladie. La sève qui était destinée à entretenir la dernière activité d'un végétal qui va se dessécher, est brusquement orientée d'une manière nouvelle et il semble bien que ce soit cela qui amène l'évolution rapide du Champignon. Si cette

---

([1]) En 1921, j'ai interrogé un faucheur qui coupait les Chardons, lui demandant s'il avait vu des Champignons blancs dans le voisinage. Il me répondit négativement. Quelques instants après, je déterrais les premiers Pleurotes. Personne dans le village (garde forestier, instituteur, villageois) ne connaissait cette espèce!

([2]) Récemment M. Quanjer (*Soc. path. vég.*, X, 1923, p. 23) disait à propos des mosaïques, enroulements, etc. : « Souvent *une maladie n'est constatable* que s'il y a *mort générale ou partielle* ». Mais il s'occupe de ces énigmatiques maladies de la dégénérescence (Pomme de terre, etc.) où la cause est inconnue, où d'ailleurs les mycorhizes interviennent peut-être. En général, quand une plante est malade, cela se voit. Dans le cas du Chardon bleu, il s'agissait d'une maladie grave et *très grave* produite par un Champignon. Costantin, *La dégénérescence des plantes cultivées et l'hérédité des caractères acquis* (*Ann. Sc. nat.*, *Bot.*, 10e série, 1922, p. 267-297).

théorie est exacte, il y aurait lieu d'envisager le Pleurote comme jouant un rôle de parasitisme impuissant ou *occulte*, à moins que ce ne soit une action purement *symbiotique* pendant la plus grande partie de la vie de l'*Eryngium*. La force antagoniste qui tient en échec le Champignon pendant le mois d'août, venant à disparaître au mois de septembre après la coupe, le Cryptogame prend tout à coup un caractère agressif, et si le pied de l'Ombellifère avait quelque tare, la fructification apparaît. Il est probable que ces tares physiologiques ne sont pas générales, beaucoup de souches sectionnées doivent être capables de résister et de tenir en échec l'ennemi présent (peut-être) dans tous les individus; s'il en était autrement, l'éclosion des fructifications serait générale [1] et prodigieuse et le Chardon bleu aurait vécu.

Si cette dernière conception était juste, elle devrait avoir des conséquences sérieuses pour la famille des Ombellifères, car ce n'est pas seulement pour les *Eryngium* (*campestre*, *alpinum*, *maritimum*) [2] qu'il y aurait une association avec un ou des *Pleurotus*.

J'ai fait à nouveau une observation (confirmative de ce que j'avais vu en 1921) qui me conduit à penser que dans la région de Pralognan, le Pleurote du Chardon bleu pousse aussi sur le *Laserpitium latifolium* [3] (et probablement aussi *L. siler*). En effet, j'ai découvert un autre gîte de ce Pleurote dans le lit du torrent (Doron de Pralognan, en face le Dablet ou Darbelet) où il n'y a pas d'*Eryngium alpinum*, mais où les *Laserpitium* (qui ont une souche absolument semblable) existent en notable proportion.

Donc, s'il y avait symbiose, elle devrait se produire aussi avec les racines de ce genre. Mais je n'ai jamais vu de Pleurotes dans les prés où les *Heracleum* abondent.

On sait enfin, surtout par les auteurs italiens [4], que les Pleurotes se développent aussi sur le *Ferula communis*, les *Eleoselinum*, *Opopanax* et *Prangos*.

S'il y avait symbiose, il semblerait, d'après tous ces exemples, que le phénomène de l'association serait largement répandu dans la famille des Ombellifères.

---

(1) Tous ne mourraient pas, mais tous étaient frappés.

(2) A. Courseulles, dans le Calvados, M. Gautier a récolté abondamment dans les dunes le *Pleurodus Eryngui* (type à chapeau brun et relativement petit) pendant tout l'hiver (*Soc. mycologique*, t. 32, II). Roubien a signalé cette espèce sur l'*E. maritimum* (Fl. de De Seyner).

(3) Voir Bataille (*Soc. myc.*, t. 28, p. 134), *Prairies montagnardes du Jura*; *Doubs*, Bresadola.

(4) Inzenga, *Fung. Sicil.*, I, p. 11; Lanzi, *Fungo della Ferula*, fig. 1, 5. Quelet (*Fl. myc.*, 332; *Jura*, II, 384) signale le développement sur les Férules dans les Alpes-Maritimes et en Algérie.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la théorie de la synthèse chlorophyllienne.* Note de M. L. MAQUENNE.

Malgré la multitude de travaux qui, depuis plus de 40 ans, se sont succédé sur cette importante question, on n'est pas encore fixé sur le mécanisme chimique de la photosynthèse végétale. Parmi toutes les théories qui ont été proposées à cet égard, une seule a prévalu : c'est celle de Boussingault-Baeyer, d'après laquelle une molécule d'anhydride carbonique et une molécule d'eau ou, ce qui revient au même, une molécule d'acide carbonique proprement dit, seraient dissociées en oxyde de carbone et hydrogène, lesquels, en se réunissant, donneraient naissance à une molécule d'aldéhyde formique, origine de tous les autres hydrates de carbone. Si l'on admet, ce qui n'est aucunement obligatoire, qu'il faut un intermédiaire entre l'acide carbonique et les hydrates de carbone complexes et que cet intermédiaire ne doit contenir, comme l'acide carbonique, qu'un seul atome de carbone, cette manière de voir est parfaitement logique; l'assimilation du carbone s'effectue alors, comme nous venons de le dire, en deux temps : l'acide carbonique est d'abord réduit à l'état de formaldéhyde par l'action chlorophyllienne, puis les sucres se forment par condensation de la susdite aldéhyde, ultérieurement et par voie chimique ou enzymatique.

S'il en est ainsi, il doit forcément rester dans les plantes vertes récemment insolées quelques traces d'aldéhyde formique et nombre d'observateurs se sont dévoués à sa recherche. La plupart de ces travaux n'ont donné que des résultats indécis, et si quelques-uns d'entre eux semblent avoir répondu aux espérances de leurs auteurs, on ne saurait en tirer aucune conséquence définitive, car l'aldéhyde formique peut se former de bien d'autres façons et plus facilement encore que par réduction de l'acide carbonique, notamment par oxydation incomplète de principes intracellulaires autres que la chlorophylle ou par dégradation des sucres tout formés.

La synthèse des sucres réducteurs réalisée par Em. Fischer en partant de l'aldéhyde formique semble tout d'abord donner un appui sérieux à l'hypothèse de Baeyer, mais en réalité elle n'est pas plus probante, car les mêmes synthèses peuvent être reproduites avec l'aldéhyde glycolique et l'aldéhyde glycérique, que personne jusqu'à présent n'a considérées comme des intermédiaires entre l'acide carbonique et les hydrates de carbone supérieurs.

Le fait que les algues et même les plantes supérieures peuvent assimiler

l'aldéhyde formique en nature ou sous forme de combinaisons dissociables comme le méthylal, le méthanolsulfonate de sodium ou l'hexaméthylène-amine ne signifie rien en la circonstance, car elles sont aussi capables d'absorber pour s'en nourrir, et beaucoup plus facilement, un grand nombre d'autres substances carbonées, entre autres les sucres, les amino-acides et même les matières ulmiques.

La présence de l'alcool méthylique dans le distillat des plantes vertes que j'y ai signalée pour la première fois en 1885 (*Comptes rendus*, t. 101, p. 1067) ne peut pas servir davantage d'argument, car elle résulte sans doute de la saponification de quelque principe méthylé préexistant : la chlorophylle elle-même est un éther méthylique.

Quelques personnes ont supposé que la chlorophylle n'est dans l'acte de la photosynthèse qu'un simple sensibilisateur, ne jouant aucun rôle chimique dans la réaction ; d'autres, au contraire (Warner, Wager, Ewart), que l'aldéhyde formique est un produit de décomposition de la chlorophylle, qui se reforme aussitôt que détruite ; on a également envisagé (Usher et Priestley), pour rendre compte du dégagement d'oxygène, la production d'eau oxygénée qui se décomposerait dans la cellule vivante par action catalasique. Toutes ces hypothèses sont insuffisamment fondées et quelques-unes se trouvent même en contradiction flagrante avec les récents travaux de Willstätter, d'où il résulte notamment que dans l'acte de l'assimilation chlorophyllienne la chlorophylle ne subit aucune altération et que parmi ses produits de décomposition *in vitro*, à la lumière ou à l'obscurité, en présence ou non d'acide carbonique, il n'apparaît aucune trace de formaldéhyde ni d'eau oxygénée.

Il semble donc qu'en soutenant l'hypothèse de Baeyer on se soit engagé dans une impasse d'où il faut sortir si l'on veut aller plus loin ; la chose ne paraît pas impossible.

D'après les idées actuelles la réduction de l'acide carbonique et la condensation du produit intermédiaire qui en résulte sont deux phénomènes distincts, ayant chacun une certaine indépendance ; il n'en est plus de même si l'on admet qu'ils sont intimement liés l'un à l'autre et s'effectuent simultanément. En d'autres termes, puisqu'il doit nécessairement y avoir polymérisation pour qu'une chaîne à n atomes de carbone, ouverte ou fermée, puisse prendre naissance aux dépens de n molécules d'acide carbonique, la question se pose de savoir si cette polymérisation précède ou suit la décomposition de ce dernier. Si elle la suit, il faut nécessairement un intermédiaire entre l'acide carbonique et les sucres : c'est l'hypothèse de Baeyer ; si elle

la précède ou seulement l'accompagne, le processus chimique de la photosynthèse devient tout autre, et c'est ce que je vais essayer de faire voir.

La chlorophylle est un composé magnésien dans lequel le métal est sûrement fixé sur l'azote puisque, d'après Willstätter, on peut la désoxyder entièrement sans le lui faire perdre. C'est ce qui permet, en négligeant toute la partie lourde de sa molécule, de la représenter par le schéma

$$>N - Mg - N<;$$

c'est le symbole abrégé de la chlorophylle moléculaire, telle qu'elle existe dans ses solutions vraies, alcooliques ou éthérées; mais Willstätter a montré qu'elle peut exister aussi sous une forme colloïdale, identique à celle qu'elle affecte dans les feuilles vertes, avec des propriétés physiques et chimiques différentes de celles de la chlorophylle moléculaire. La chlorophylle colloïdale est insoluble dans les solvants organiques, son spectre d'absorption est légèrement déplacé vers le rouge, enfin elle est entièrement décomposée par l'acide carbonique en excès, qui lui enlève son magnésium, alors que la chlorophylle moléculaire reste inaltérée dans les mêmes conditions.

Peut-être la chlorophylle colloïdale est-elle un simple hydrate de la chlorophylle moléculaire, mais il semble tout aussi naturel d'admettre que sous ces deux formes, d'ailleurs facilement transformables l'une dans l'autre, la chlorophylle ne présente pas la même structure intime, et, par suite, que dans la micelle chlorophyllienne se trouve un produit de polymérisation du pigment primitif, dont les molécules seraient unies par des valences supplémentaires et par conséquent lâches. Ces valences supplémentaires peuvent être fournies par l'azote ou par le magnésium, peu importe pour les raisonnements qui suivent. Admettons qu'elles soient empruntées au magnésium devenu tétravalent, ce qui nous permettra de comprendre pourquoi, son activité chimique se trouvant affaiblie, le magnésium se détache alors plus facilement des noyaux azotés. Nous pourrons, dans ce cas, représenter la chlorophylle colloïdale par la formule (III).

L'acide carbonique, en s'y ajoutant, donnera le composé (I), dont l'existence, à part les liaisons intermagnésiennes, semble établie par les observations de Willstätter. Alors l'action photochimique intervient, par un mécanisme mystérieux, mais tout semblable à celui que l'on admet pour expliquer la production de l'aldéhyde formique, par conséquent sans que nous ayons besoin d'introduire ici aucune hypothèse nouvelle, et le complexe carboxyl-chlorophyllien prend la forme (II) qui, ne pouvant subsister, se dédouble aussitôt en oxygène moléculaire qui se dégage, sans formation

préalable d'eau oxygénée, en même temps que les atomes carboniques se soudent pour constituer une chaîne parallèle à celle du magnésium. Il ne reste plus qu'à les désunir pour avoir, d'une part de la chlorophylle colloïdale régénérée et d'autre part un hydrate de carbone IV, renfermant autant de carbone qu'il y avait de molécules simples de chlorophylle dans l'agrégat magnésien.

(I).		(II).		(III).		(IV).
>NH, >N, Mg—O—C(=O)—OH		>NH, >N, Mg—O—CH<(O—O)		>N, >N, >Mg		HO—CH + O²
>NH, >N, Mg—O—C(=O)—OH	→	>NH, >N, Mg—O—CH<(O—O)	→	>N, >N, >Mg	+	HO—CH + O²
>NH, >N, Mg—O—C(=O)—OH		>NH, >N, Mg—O—CH<(O—O)		>N, >N, >Mg		HO—CH + O²
Chlorophylle carbonique.		Transposition oxydique.		Chlorophylle colloïdale.		Hydrate de carbone.

Cette manière d'envisager la réaction, quoique empruntant aux théories anciennes quelques-uns de leurs arguments ou de leurs artifices, en diffère essentiellement parce qu'au lieu de considérer la polymérisation nécessaire comme subséquente à la décomposition de l'acide carbonique elle la suppose effectuée à l'avance dans la micelle chlorophyllienne. Dans ces conditions il n'est plus besoin d'admettre aucun intermédiaire, aldéhyde formique ou autre, entre l'acide carbonique et les hydrates de carbone; les deux étapes de la théorie de Baeyer se réduisent à une seule, ce qui simplifie évidemment le problème. Les sucres réducteurs se forment d'emblée dans le chloroplaste et en sortent, sans avoir à subir la moindre transformation ultérieure, avec une longueur de chaîne égale à celle de la chaîne magnésienne. Celle-ci peut être théoriquement quelconque, comme la micelle dont elle fait partie, en sorte qu'on peut s'expliquer de cette manière la synthèse de tous les hydrates de carbone, pourtant, et ceci est une conséquence curieuse de la nouvelle théorie, qui montre bien la différence profonde qui la sépare de l'ancienne, à l'exclusion de l'aldéhyde formique, qui ne peut se produire ainsi puisque par hypothèse le complexe organomagnésien primitif renferme plus d'un atome de métal.

On conçoit aussi aisément la synthèse d'un hydrate de carbone cyclique comme l'inosite : il suffit pour cela d'admettre que la chaîne magnésienne se ferme dès l'origine en un anneau hexagonal.

Tout ceci nous apparaît plus simple et au moins aussi logique que l'ancienne conception de Baeyer, car on échappe ainsi à toutes les objections qui ont été faites à cette dernière sans en susciter de nouvelles et sans se trouver en contradiction avec aucun fait expérimental bien établi.

Dans tous les cas il semble que l'on puisse parfaitement se passer de l'hypothèse de Baeyer, qui fait de l'aldéhyde formique le pivot de toute la photosynthèse et pèse comme une obsession sur tous les travaux qui touchent à l'assimilation chlorophyllienne sans jamais avoir pu, depuis un demi-siècle qu'on s'en occupe, en faire progresser la théorie.

C'est là surtout la conclusion que j'ai voulu faire ressortir de cet exposé et sur laquelle je crois utile d'appeler l'attention de tous ceux qui s'intéressent à la Biologie végétale.

M. **H. Andoyer** présente à l'Académie la deuxième édition du Tome II de son *Cours d'Astronomie*, rédigé avec la collaboration de M. **A. Lambert**, et consacré à l'Astronomie pratique.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **Émile Picard** est proposé à nouveau au choix de l'Institut pour faire partie du *Conseil supérieur de l'Instruction publique*.

NOMINATIONS.

MM. **A. Haller** et **A. Lacroix** sont désignés pour représenter l'Académie aux solennités du Cinquantenaire de la *Société française de Physique*.

PRÉSENTATIONS.

Pour la Chaire de mécanique du Conservatoire national des Arts et Métiers, M. **Gabriel Kœnigs** est présenté en première ligne par 39 suffrages contre 1 à M. *Théophile Got* et 2 bulletins blancs.

M. **Théophile Got** est présenté en seconde ligne par 23 suffrages contre 9 à M. *Henri Beghin* et 2 bulletins blancs.

L'Académie décide que M. **Henri Beghin** sera présenté en troisième ligne.

En conséquence la liste présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Gabriel Kœnigs**
En seconde ligne. . . . . M. **Théophile Got**
En troisième ligne. . . . . M. **Henri Beghin**

CORRESPONDANCE.

Mme Vve **Maurice Guéritot** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée aux travaux de son mari.

Mme **Mélanie Rosenblatt**, MM. **Eugène Bloch**, **Hippolyte Copaux**, **Gallissot**, **Fernand Holweck**, **Raymond Jouaust**, **Eugène Tassilly**, **Pierre Weiss** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° J. Ogier et E. Kohn-Abrest. *Chimie toxicologique*. (Présenté par M. A. d'Arsonval.)

2° *The vegetation and soils of Africa*, by H. L. Shantz and C. F. Marbut, avec deux cartes. (Présenté par M. Emm. de Margerie.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les congruences paratactiques et la cyclide de Dupin*. Note de M. **André Bloch**, présentée par M. Hadamard.

Aux résultats énoncés dans ma présente Note [1], j'ajouterai (en adoptant la même terminologie) les suivants :

1. Représentation sphérique d'une congruence paratactique. — Un cercle d'une congruence paratactique peut être défini par les paramètres des géné-

[1] *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 731.

ratrices de second système de la sphère principale, issues des foyers. Posons ces paramètres pour *coordonnées symétriques* d'un point d'une nouvelle sphère. On a ainsi la représentation sphérique annoncée.

A. *L'angle sous lequel se coupent, le long d'un cercle commun, deux surfaces cerclées appartenant à la congruence est constant et égal à l'angle des courbes qui sont les représentations sphériques des deux surfaces.*

En particulier, aux faisceaux de cercles de la sphère correspondent des faisceaux de cyclides de Dupin, dont on obtient aisément, en conséquence, plusieurs propriétés.

2. Interprétation non euclidienne. — L'interprétation non euclidienne des propriétés énoncées dans cette Note nous fut suggérée par M. Demoulin. Prenant la sphère orthogonale commune à deux cercles paratactiques comme sphère directrice d'une transformation de Darboux ([1]), les deux cercles deviennent deux *droites non euclidiennes paratactiques*, qui ne sont autres que deux *parallèles de Clifford* ([2]). La cyclide de Dupin devient dans les mêmes conditions une *quadrique doublement de révolution*. Presque toutes les propriétés en question s'interprètent immédiatement; ajoutons seulement :

B. *Un segment dont les extrémités décrivent sur deux droites paratactiques des segments égaux a une longueur constante, et réciproquement.*

3. Transformations sphériques de l'espace. — C. *Une transformation sphérique (c'est-à-dire conforme) de l'espace peut toujours être regardée, et en général, d'une seule manière, comme le produit permutable de deux rotations dont les cercles sont ceux d'un couple harmonique (croix de cercles* de Coolidge, *Treatise*, p. 460) *que l'on peut appeler couple harmonique central. Dans le cas particulier où ces deux rotations sont égales, le couple harmonique central est indéterminé : il en existe* ∞^2, *qui sont tous les couples d'une congruence paratactique; la transformation est dite paratactique.*

Le groupe à un paramètre de transformations sphériques est bien connu dans le cas général; si ses transformations sont paratactiques *ses trajectoires sont les cercles de la congruence paratactique, et il y a* ∞^2 *couples harmoniques centraux.*

D. *Une transformation sphérique peut être regardée, d'une manière et en général d'une seule, comme le produit permutable de deux transformations*

([1]) *Théorie des surfaces*, t. 3, 1894, p. 492.

([2]) *Preliminary Sketch on Biquaternions* (*Proceedings of London Math. Society*, 1873, p. 381-395).

paratactiques de même sphère principale, appartenant chacune à un système de génératrices de cette sphère.

Ces dernières propriétés paraissent de nature à servir de base définitive à la théorie sommairement exposée dans cette Note. Il serait à désirer qu'on les obtînt d'une manière purement géométrique (et à trois dimensions) anallagmatique et réelle.

4. SURFACES CERCLÉES SE COUPANT LE LONG D'UN CERCLE A ANGLE CONSTANT. — E. *Soient deux surfaces cerclées, ayant un cercle commun qui n'est stationnaire sur aucune d'elles. Les conditions pour que, le long de ce cercle, elles se coupent à angle constant sont les suivantes :*

1° *Le cercle, sur l'une des surfaces, coupe en deux points le cercle voisin (est ligne de courbure) : l'unique condition est qu'il jouisse de la même propriété sur l'autre surface.*

2° *Le cercle, sur une surface, coupe en un point le cercle voisin; les conditions sont : d'abord qu'il jouisse de la même propriété sur l'autre surface; ensuite qu'en chaque foyer le plan des deux déplacements infinitésimaux du foyer soit isotrope.*

3° *Le cercle, sur une surface, ne rencontre pas le cercle voisin; la condition est qu'en chaque foyer les deux déplacements infinitésimaux du foyer aient même direction* (1).

F. *Soit la congruence formée des cercles dont les foyers décrivent deux courbes données quelconques. En prenant les paramètres qui définissent les foyers pour coordonnées symétriques d'un point d'une sphère, on en obtient une représentation sphérique. L'angle, le long d'un cercle commun, de deux surfaces appartenant à la congruence est constant et égal à celui des courbes sphériques correspondantes.*

5. COMPLÉMENTS SUR LA CYCLIDE DE DUPIN. — Nous appelons *puissance* d'un point par rapport à un cercle le produit des normales menées du point au cercle ou de ses distances aux foyers; *puissance réduite* le quotient de la puissance par le rayon.

G. *Dans une rotation infinitésimale autour d'un cercle, le déplacement d'un point est le demi-produit par l'angle de rotation de sa puissance réduite par rapport au cercle.*

H. *La somme des carrés des puissances réduites d'un point par rapport à deux sphères orthogonales est égale au carré de sa puissance réduite par rapport à leur cercle commun. La somme des carrés des puissances réduites d'un*

(1) Cf. LAGUERRE, *Œuvres*, t. 2, p. 172.

point par rapport à deux cercles harmoniques et à leur sphère orthogonale commune est nulle.

I. *Étant donnés deux cercles paratactiques, le rapport des puissances d'un point variable de l'un par rapport à l'autre et à la sphère orthogonale commune est constant. Étant donnés trois cercles d'une congruence paratactique, les puissances d'un point variable de l'un par rapport aux deux autres sont dans un rapport constant.*

J. *Une cyclide de Dupin est de deux manières le lieu du point dont les puissances par rapport à une sphère et à un cercle orthogonal à celle-ci sont dans un rapport constant. Elle est de $2 \times \infty^2$ manières le lieu du point dont les puissances par rapport à deux cercles paratactiques sont dans un rapport constant.*

Si, laissant fixes ces deux derniers cercles, on fait varier le rapport, on obtient un faisceau de cyclides, qui n'est autre qu'un faisceau de cyclides passant par deux cercles paratactiques fixes (§ 3 et 4).

Ces dernières propriétés ont une signification simple en représentation sphérique et, d'autre part, toutes s'interprètent immédiatement en géométrie non euclidienne.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions génératrices des polynomes d'Hermite.* Note de M. **Angelesco**, présentée par M. Appell.

Le polynome d'Hermite

$$U_n = e^{\frac{x^2}{2}} \frac{d^n e^{-\frac{x^2}{2}}}{dx^n}$$

est une intégrale de l'équation

$$y'' - xy' + ny = 0.$$

Il résulte de là qu'une série entière en α de la forme

$$C_0 U_0 + C_1 \alpha U + \ldots + C_n \alpha^n U_n + \ldots,$$

C_0, C_1, ... étant des coefficients ne dépendant pas de x et α, est une intégrale de l'équation aux dérivées partielles

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - x \frac{\partial z}{\partial x} + \alpha \frac{\partial z}{\partial \alpha} = 0.$$

Une série entière en x de la forme

$$(2) \qquad \varphi_0(\alpha) + \frac{x}{1} \varphi_1(\alpha) + \ldots + \frac{x^n}{n!} \varphi_n(\alpha) + \ldots$$

est aussi une intégrale particulière de l'équation (1) pourvu que les fonctions φ_i satisfassent à l'équation aux différences mêlées

$$\varphi_{n+2} = n\varphi_n - \alpha\varphi'_n.$$

Cette équation s'intègre sans difficulté et l'on trouve

$$\varphi_{2m} = (-2)^m \alpha^{2m} \mathrm{F}^{(m)}(\alpha^2),$$
$$\varphi_{2n+1} = (-2)^n \alpha^{2n+1} \Phi^{(n)}(\alpha^2),$$

où $\mathrm{F}(\alpha)$ et $\Phi(\alpha)$ sont deux fonctions arbitraires et où $\mathrm{F}^{(n)}(\alpha)$ désigne la dérivée d'ordre n par rapport à α de $\mathrm{F}(\alpha)$. Donc l'intégrale la plus générale de la forme (2) de l'équation (1) est

$$(3) \qquad \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{(-2\alpha^2 x^2)^m}{(2m)!} \mathrm{F}^{(m)}(\alpha^2) + \sum_{n=0}^{n=\infty} \alpha x \frac{(-2\alpha^2 x^2)^n}{(2n+1)!} \Phi^{(n)}(\alpha^2).$$

Prenons pour $\mathrm{F}(\alpha)$ et $\Phi(\alpha)$ deux fonctions ayant des développements tayloriens. Si nous développons alors l'expression (3) suivant les puissances de α, on voit facilement que l'on obtient une série de la forme

$$(4) \qquad \sum_{n=0}^{n=\infty} \mathrm{C}_n \alpha^n \mathrm{U}_n.$$

L'expression (3) représente donc, pour F et Φ développables en séries de Taylor, la forme la plus générale des fonctions génératrices des polynomes U_n d'Hermite. La détermination des coefficients C_0, C_1, ... de la série (4) se fait immédiatement par le changement de α en $\frac{\alpha}{x}$ et en faisant croître x indéfiniment. On trouve ainsi

$$\mathrm{C}_{2i} = \frac{(-2)^i}{(2i)!} \mathrm{F}^{(i)}(0),$$
$$\mathrm{C}_{2i+1} = -\frac{(-2)^i}{(2i+1)!} \Phi^{(i)}(0).$$

En prenant $\mathrm{F}(\alpha) = \Phi(\alpha) = e^{-\frac{\alpha}{2}}$, on trouve la fonction génératrice $e^{-\frac{\alpha^2}{2}+\alpha x}$ d'Hermite.

La fonction représentée par l'intégrale, où φ est une fonction arbitraire,

$$\int_0^1 e^{-\frac{\alpha^2 u^2}{2}+\alpha x u} \varphi(u)\, du$$

est aussi une fonction génératrice des polynomes d'Hermite et par suite une intégrale de l'équation (1).

La représentation par intégrale

$$U_n = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{v^2}{2}} (x + iv)^n \, dv$$

nous conduit à la solution

$$(5) \qquad z(x, \alpha) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{v^2}{2}} f(\alpha x + i\alpha v) \, dv$$

de l'équation (1). La fonction f doit remplir les conditions suivantes : les dérivées de z qui rentrent dans l'équation (1) se calculent en dérivant l'intégrale (5) sous le signe somme et l'expression

$$e^{-\frac{u^2}{2}} f'(\alpha x + i\alpha u)$$

s'annule aux deux limites d'intégration. On vérifie, en effet, qu'en remplaçant, dans l'équation (1), z par l'intégrale (5), on a

$$-\alpha i \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial e^{-\frac{v^2}{2}} f'(\alpha x + i\alpha v)}{\partial v} \, dv = 0.$$

De (5) on peut déduire des intégrales de l'équation (1) exprimées à l'aide des fonctions harmoniques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles non mesurables.* Note de M. **J. Wolff**, présentée par M. Émile Borel.

Le raisonnement suivant généralise et simplifie la méthode de Carathéodory pour démontrer l'existence de parties non mesurables dans chaque ensemble de mesure positive (*Vorl. über reelle Funktionen*, 1918, p. 349).

Bien que tout ce qui suit s'applique directement à un espace d'un nombre quelconque de dimensions, prenons, pour fixer les idées, un plan à deux axes Ox, Oy. Je dirai que deux points $P(x, y)$ et $P'(x', y')$ sont *équivalents* si $x' - x$ et $y' - y$ sont rationnels. Les points équivalents à O sont les points rationnels R_i. Pour simplifier l'écriture nous noterons $P \pm P'$ le point $(x \pm x', y \pm y')$.

Soit E un ensemble borné, mesurable et à mesure positive. Soit V_0 une partie de E, telle que :

1° Deux points quelconques de V_0 ne sont pas équivalents;

2° Chaque point de E est équivalent à un point de V_0.

Je dis que V_0 n'est pas mesurable.

En effet, considérons les points rationnels dont les distances à O ne surpassent pas le diamètre d de E. Numérotons les R_1, R_2, ... Si P parcourt V_0, soit V_n l'ensemble des points $P + R_n$. Considérons l'ensemble

$$S = V_0 + V_1 + \ldots.$$

Tous les ensembles V_n ont même mesure extérieure et intérieure, car ils s'obtiennent par des translations de V_0.

Le nombre des V_n est infini.

Si $i \neq k$, V_i et V_k n'ont pas de point commun. Car un point Q commun à V_i et V_k serait tel que $Q - R_i$ et $Q - R_k$ seraient dans V_0, donc en vertu de 1° on aurait $Q - R_i = Q - R_k$, donc $R_i = R_k$, $(i = k)$.

S contient E. Car si P est dans E, V_0 contient un point Q, tel que $P = Q +$ un point rationnel, en vertu de 2°; donc puisque la distance à O de ce point rationnel ne surpasse pas d, c'est un de nos R_n. Donc

$$\textit{mesure} \text{ de } E \leqq \textit{mes. ext.} \text{ de } S \leqq \sum_0^\infty (\textit{mes. ext.} \text{ de } V_n).$$

Il s'ensuit que *mes. ext.* de $V_0 > 0$, car la mesure de E est positive.

D'autre part, S est borné, donc

$$\infty > \textit{mes. int.} \text{ de } S \geqq \sum_0^\infty (\textit{mes. int.} \text{ de } V_n).$$

Il s'ensuit que *mes. int.* de $V_0 = 0$.

V_0 est donc une partie non mesurable de E.

Pour la construction de V_0 il faut recourir à l'axiome de Zermelo. Soit P un point de E. Soit $\mathcal{E}(P)$ l'ensemble des points de E, qui sont équivalents à P. Si P parcourt E, $\mathcal{E}(P)$ parcourt un ensemble d'ensembles. Dans chacun de ces $\mathcal{E}(P)$ choisissons un point. L'ensemble des points choisis peut être pris pour V_0.

Remarques sur la Note de M. J. Wolff, par M. **Émile Borel.**

Le raisonnement fort ingénieux du savant professeur d'Utrecht est une généralisation vraiment remarquable de la méthode de M. Hausdorff, que

j'ai exposée dans mes *Leçons sur la théorie des fonctions* (2e édition, p. 255). Le problème de la construction effective d'ensembles non mesurables, sans l'emploi de l'axiome de M. Zermelo, reste ouvert. Ce problème est fort important, car sa solution permettrait sans doute de se rendre compte si le caractère paradoxal des résultats de M. Hausdorff (et aussi de M. J. Wolff) tient à la nature même de la notion d'ensemble non mesurable ou tient au contraire, comme je l'ai suggéré dans le livre cité, à l'emploi d'un axiome dont le moins qu'on puisse dire est qu'il ne s'impose pas à nous avec la même certitude que les autres axiomes sur lesquels reposent l'arithmétique et l'analyse.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur un problème d'Hydrodynamique.* Note [1] de M. N. **Gunther**, présentée par M. Hadamard.

1. Désignant par q_1, q_2, q_3 les coordonnées d'un point arbitraire de l'état initial d'un liquide, partons de trois fonctions u_0, v_0, w_0 de q_1, q_2, q_3 satisfaisant à la condition d'incompressibilité. Ces fonctions seront supposées régulières (y compris la régularité à l'infini, au sens de la théorie du potentiel). Toutefois, elles pourront éprouver des discontinuités de première espèce le long de certaines surfaces Σ entièrement situées à distance finie, des conditions de régularité convenables étant remplies tant par la forme des surfaces Σ que par l'allure des fonctions u_0, v_0, w_0 et de leurs dérivées premières au voisinage de ces surfaces.

2. En partant des fonctions u_0, v_0, w_0 formons une suite de fonctions

$$u_n, \quad v_n, \quad w_n \quad (n = 0, 1, 2, \ldots), \tag{1}$$

en posant

$$u_{n+1} = u_0 + \frac{1}{4\pi}\int_0^t \left(\int \frac{L_n(\xi_n - x_n)}{r_n^3}\, dp_1\, dp_2\, dp_3\right) dt, \quad v_{n+1} = \ldots, \quad w_{n+1} = \ldots \tag{2}$$

où l'intégration est étendue à tout l'espace; où

$$x_n = q_1 + \int_0^t u_n\, dt, \quad y_n = q_2 + \int_0^t v_n\, dt, \quad z_n = q_3 + \int_0^t w_n\, dt, \tag{3}$$

ξ_n, η_n, ζ_n étant obtenus en substituant, dans x_n, y_n, z_n, les variables p_1, p_2,

---

[1] Séance du 22 octobre 1923.

p_3 à la place de q_1, q_2, q_3; où

$$r_n^2 = (\xi_n - x_n)^2 + (\eta_n - y_n)^2 + (\zeta_n - z_n)^2 \tag{4}$$

et où, enfin, on trouve L_n en substituant dans

$$L = 2 \begin{vmatrix} \frac{\partial u}{\partial q_1} & \frac{\partial u}{\partial q_2} & \frac{\partial u}{\partial q_3} \\ \frac{\partial v}{\partial q_1} & \frac{\partial v}{\partial q_2} & \frac{\partial v}{\partial q_3} \\ \frac{\partial z}{\partial q_1} & \frac{\partial z}{\partial q_2} & \frac{\partial z}{\partial q_3} \end{vmatrix} + 2 \begin{vmatrix} \frac{\partial u}{\partial q_1} & \frac{\partial u}{\partial q_2} & \frac{\partial u}{\partial q_3} \\ \frac{\partial y}{\partial q_1} & \frac{\partial y}{\partial q_2} & \frac{\partial y}{\partial q_3} \\ \frac{\partial w}{\partial q_1} & \frac{\partial w}{\partial q_2} & \frac{\partial w}{\partial q_3} \end{vmatrix} + 2 \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial q_1} & \frac{\partial x}{\partial q_2} & \frac{\partial x}{\partial q_3} \\ \frac{\partial v}{\partial q_1} & \frac{\partial v}{\partial q_2} & \frac{\partial v}{\partial q_3} \\ \frac{\partial w}{\partial q_1} & \frac{\partial w}{\partial q_2} & \frac{\partial w}{\partial q_3} \end{vmatrix} \tag{5}$$

u_n, v_n, w_n, x_n, y_n, z_n à la place de u, v, w, x, y, z et p_1, p_2, p_3 à la place de q_1, q_2, q_3.

On démontre que, t étant moindre qu'un nombre b, les fonctions (b) vérifient les conditions de régularité et ont, avec leurs dérivées prises par rapport à q_1, q_2, q_3, des dérivées par rapport à t.

En outre, quand n augmente indéfiniment, les fonctions u_n, v_n, w_n tendent vers des limites u, v, w, qui remplissent toutes les conditions signalées pour u_n, v_n, w_n, $n > 0$.

On peut démontrer plus précisément que, étant donné un point M non situé sur la frontière, les termes des séries

$$\left\{ \begin{array}{l} u_0 + (u_1 - u_0) + \ldots + (u_n - u_{n-1}) + \ldots, \\ \frac{\partial u_0}{\partial q_i} + \left(\frac{\partial u_1}{\partial q_i} - \frac{\partial u_0}{\partial q_i}\right) + \ldots + \left(\frac{\partial u_n}{\partial q_i} - \frac{\partial u_{n-1}}{\partial q_i}\right) + \ldots, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array} \right. \tag{6}$$

en un point M sont moindres en valeur absolue que les termes d'une certaine série

$$A_0 + Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n + \ldots \tag{7}$$

dans laquelle, si

$$n > m$$

(m dépendant de la position de point M),

$$Q_{n+1} = an \int_0^t Q_n^{1-\frac{\lambda}{n}} dt, \tag{8}$$

a étant une constante qui ne dépend ni de n, ni de la position de point M. Il suit de là que

$$\lim Q_n^{\frac{1}{n}} = [(1+\lambda)at]^{\frac{1}{1+\lambda}}$$

et que, en chaque point M non situé sur la frontière, les séries (11) sont absolument convergentes pour

$$0 \leq t < 1 : (t + \lambda)^a.$$

3. Les fonctions u, v, w forment une solution de système

$$(9) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial t} = \dfrac{1}{4\pi}\displaystyle\int \dfrac{L(\xi - x)}{r^3} dp_1\, dp_2\, dp_3, & x = q_1 + \displaystyle\int_0^t u\, dt, \\ \dfrac{\partial v}{\partial t} = \dfrac{1}{4\pi}\displaystyle\int \dfrac{L(\eta - y)}{r^3} dp_1\, dp_2\, dp_3, & y = q_2 + \displaystyle\int_0^t v\, dt, \\ \dfrac{\partial w}{\partial t} = \dfrac{1}{4\pi}\displaystyle\int \dfrac{L(\zeta - z)}{r^3} dp_1\, dp_2\, dp_3, & z = q_3 + \displaystyle\int_0^t w\, dt, \end{cases}$$

telle que, pour $t = 0$,

$$u = u_0, \qquad v = v_0, \qquad w = w_0.$$

Si l'on prend, dans (9), x, y, z pour variables indépendantes, on transforme le système (9) en

$$(10) \quad \frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\partial \Pi}{\partial x}, \qquad \frac{\partial v}{\partial t} + \ldots = \frac{\partial \Pi}{\partial y}, \qquad \frac{\partial w}{\partial t} + \ldots = \frac{\partial \Pi}{\partial z},$$

où

$$\Pi = \frac{1}{4\pi}\int \frac{\overline{K}\, d\xi\, d\eta\, d\zeta}{z}, \qquad r^2 = (\xi - x)^2 + (\eta - y)^2 + (\zeta - z)^2,$$

où $\overline{K}$ est déduit de la quantité

$$K = 2\left\{\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial w}{\partial z} - \frac{\partial u}{\partial z}\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\frac{\partial w}{\partial z} - \frac{\partial v}{\partial z}\frac{\partial w}{\partial y}\right\}$$

en y substituant ξ, η, ζ à la place de x, y, z.

En conséquence du choix de la fonction L et de la condition d'incompressibilité vérifiée par u_0, v_0, w_0, les fonctions u, v, w satisfont à cette même condition. En utilisant ce fait, on trouve

$$K = -\sum\sum\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \Omega^2,$$

où Ω est le tourbillon.

HYDRAULIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur la similitude dynamique d'un tube d'aspiration et de son modèle.* Note de M. **A. Foch**, présentée par M. Rateau.

L'énergie cinétique $\frac{V^2}{2g}$ de l'eau s'échappant à une vitesse $V m:s$ d'une turbine hydraulique, peut, comme on sait, être récupérée, au moins en partie, par l'emploi de tuyaux d'aspiration à section progressivement croissante vers l'aval. Grâce à l'augmentation de section du tube, il se produit à l'entrée de ce dernier une dépression h (mesurée en mètres d'eau) dont l'effet est d'augmenter la chute effective agissant sur la turbine. On peut appeler « rendement » du tube d'aspiration le rapport $h : \frac{V^2}{2g}$ de la dépression créée par le tube à la hauteur $\frac{V^2}{2g}$ équivalente à la vitesse de l'eau quittant la turbine.

L'objet de cette Note est d'indiquer comment on peut déterminer ce rendement par des essais sur des modèles. Le problème est au fond identique à celui des expériences sur les carênes de navire; j'emploierai les mêmes méthodes et les mêmes approximations.

Admettons que les pertes dans le tube sont la somme de deux classes de pertes *indépendantes :*

1° Pertes P_f par frottement sur les parois, dues surtout aux phénomènes de viscosité. Ces pertes peuvent se calculer au moyen des formules de Lévy ou de Flamant. Soit h_f la hauteur d'eau équivalente.

2° Pertes P_v par vagues et remous dans le tube et le canal de fuite. Ces pertes se produiraient même avec un liquide parfaitement mobile; on admet que leur valeur est indépendante de la viscosité.

Or soient un tube et son modèle; l'échelle d'exécution sera définie par une longueur caractéristique l (par exemple le diamètre de la section d'entrée du tube); des considérations classiques d'homogénéité conduisent à penser que la hauteur d'eau h_v équivalente aux pertes P_v par vagues et remous est de la forme

$$h_v = \frac{V^2}{2g} f\left(\frac{V^2}{2g}\right).$$

Or $1 - \dfrac{h_v}{\frac{V^2}{2g}}$ est le rendement du tube *parcouru par un liquide non visqueux ;* par suite, il sera le même pour un tube et son modèle lorsque les vitesses

seront dans le rapport des racines carrées des dimensions homologues. Nous retrouvons la règle de Froude [1].

J'ai essayé de soumettre cette règle à une vérification expérimentale.

J'ai utilisé deux modèles (respectivement au $\frac{1}{20}$ et au $\frac{1}{80}$, le premier en tôle et ciment, le deuxième en bois) de tubes d'aspiration destinés aux turbines Neyret-Beylier et Picard-Piétet pour la chute d'Eguzon. Je réglais l'écoulement à travers ces tubes en faisant varier la charge à l'aval, le niveau amont étant maintenu invariable; la différence des charges à l'amont et à l'aval donnait la somme $H = h_v + h_f$ des hauteurs d'eau équivalentes aux pertes par frottements et par vagues; retranchant de H la hauteur h_f calculée par la formule de Flamant, on obtenait h_v. Les courbes donnant pour les deux modèles $h_v : \frac{V^2}{2g}$ en fonction de $\frac{V^2}{lg}$ doivent coïncider.

L'expérience a montré effectivement que les deux courbes ont même forme; la courbe relative au petit modèle était légèrement au-dessus de celle correspondant au grand; $h_v : \frac{V^2}{2g}$ étant de l'ordre de 0,40, l'écart des deux courbes est au maximum de 0,05. L'accord peut donc être considéré comme satisfaisant, étant donné la difficulté de réaliser une similitude parfaite et surtout d'évaluer avec précision le terme h_f; la différence des coefficients de frottement dans les deux modèles suffirait à rendre compte des écarts.

En admettant la validité de la règle, on peut calculer le rendement qu'aurait le tube d'aspiration grandeur d'exécution. Les essais sur le modèle au $\frac{1}{20}$ donnent

$$\frac{h_v}{\frac{V^2}{2g}} = 0,20.$$

Or dans ce tube on a

$$V = 8\,\text{m}:\text{s}, \qquad \frac{V^2}{2g} = 3^{\text{m}},27,$$
$$h_f = 0,13.$$

Donc

$$\eta = 1 - \frac{h_f + h_v}{\frac{V^2}{2g}} = 1 - \frac{0,13 + 0,20 \times 3,27}{3,27} = 0,76.$$

On récupérerait les $\frac{3}{4}$ de l'énergie cinétique sortant de la turbine; or, cette dernière vaut 0,06 de la chute totale; un tracé idéal du tube se traduirait, au maximum, par un gain de 1,5 pour 100 dans le rendement global.

---

(1) M. Rateau a attiré mon attention sur le fait que l'établissement de cette règle par développements en série soulève des objections mathématiques en raison de l'existence de surfaces de discontinuité; il faut donc ne considérer le résultat précédent que comme une suggestion sur la forme du résultat.

AVIATION. — *Calcul du poids de combustible consommé par un avion en vol ascendant.* Note [1] de M. **Louis Breguet**, présentée par M. Rateau.

Dès que les progrès réalisés en construction d'avions et de moteurs ont fait entrevoir la possibilité de grands parcours sans escale, les techniciens ont recherché les conditions du vol le plus économique et les plus grandes distances franchissables.

La formule usuelle du rayon d'action, établie par nous pendant la guerre et discutée depuis d'une façon remarquable par M. Rateau [2], suppose la trajectoire de l'avion sensiblement horizontale, approximation légitime, comme nous le verrons.

Cette Note a pour but de montrer comment on doit compléter cette formule pour tenir compte du changement d'altitude à chaque instant et la rendre ainsi applicable au vol ascendant à incidence constante.

Soient :

P_0, P, le poids total en kilogrammes de l'avion au départ et à l'instant t, $P_0 - P$ étant le poids P_c de combustible consommé depuis le départ;

W, la puissance en kilogrammètres par seconde du moteur à l'instant t;

m, la consommation spécifique moyenne du moteur, essence et huile, en kilogrammes par cheval-heure;

$\tang \varphi$, la résistance relative de l'avion, pratiquement invariable en vol ascendant;

ρ, le rendement du propulseur, légèrement croissant avec l'altitude en vol ascendant, mais auquel on peut pratiquement assigner une valeur moyenne;

v, u_z, la vitesse suivant la trajectoire et la vitesse ascensionnelle de l'avion en mètres par seconde;

t, L, Z, le temps en secondes, la distance parcourue suivant la trajectoire et l'altitude en mètres.

Le poids de combustible dépensé pendant le temps dt aura pour valeur

$$dP_c = \frac{m W \, dt}{270000}. \tag{1}$$

D'autre part, la valeur moyenne du cosinus de l'angle de montée étant

---

[1] Séance du 29 octobre 1923.

[2] *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 364.

assimilable à l'unité, l'équation de puissance en vol ascendant nous donne

$$P v \operatorname{tang} \varphi + P u_z = \rho W, \tag{2}$$

d'où, par élimination de la puissance W entre (1) et (2),

$$\left(v + \frac{u_z}{\operatorname{tang} \varphi}\right) dt = \frac{270000 \rho}{m \operatorname{tang} \varphi} \frac{dP_c}{P}. \tag{3}$$

Mais $dP_c = -dP$, $v\,dt = dL$, $u_z\,dt = dZ$. En supposant $\operatorname{tang}\varphi$, ρ et m constants, une intégration immédiate donne la formule cherchée, le logarithme étant à base 10:

$$L + \frac{Z}{\operatorname{tang} \varphi} = \frac{622000 \rho}{m \operatorname{tang} \varphi} \log \frac{P_0}{P}. \tag{4}$$

Comme $P = P_0 - P_c$, nous connaissons ainsi P_c en fonction de $L + \frac{Z}{\operatorname{tang}\varphi}$. Cette formule est générale, car elle ne nécessite, pour son établissement, aucune hypothèse sur la variation de la puissance du moteur.

Remarquons qu'en tenant compte de la distance franchissable en vol plané à l'arrivée, la correction d'altitude disparaît. La pente de la trajectoire de descente étant, en effet, $\operatorname{tang}\varphi$, la distance parcourue se trouvera augmentée de $\frac{Z}{\operatorname{tang}\varphi}$. Ce terme additif annulera le terme soustractif dû à l'ascension. En pratique, la formule non corrigée donne donc des résultats suffisamment exacts pour le calcul des plus grandes distances franchissables. Par contre, la formule complète (4) prend un très grand intérêt dans l'évaluation du poids du combustible consommé à chaque instant dans un vol de montée.

Dans ce cas, il suffit d'évaluer $L + \frac{Z}{\operatorname{tang}\varphi}$ en fonction de Z, c'est-à-dire la distance L parcourue à chaque altitude Z. On peut, dans ce but, déterminer la relation liant v et u_z et dont l'intégration fera connaître L.

Pour un vol de montée, sans suralimentation et à pleine admission, ce calcul est particulièrement simple si, comme le montre l'expérience, on remarque que v et u_z varient pratiquement suivant une loi linéaire de l'altitude, donc se correspondent aussi linéairement. Si v_0 et v_h sont les valeurs de v au départ et au plafond ($v_h > v_0$), u_0 la valeur de u_z au départ, h l'altitude du plafond à laquelle u_z est nulle par définition, la loi linéaire se traduit par l'équation

$$v = v_h - \frac{v_h - v_0}{u_0} u_z, \tag{5}$$

d'où

$$L = v_h t - \frac{v_h - v_0}{u_0} Z. \tag{6}$$

Le temps t est connu en fonction de Z par les essais en vol ou l'application de la formule usuelle des temps de montée, le logarithme étant à base 10 :

$$t = \frac{2,3h}{u_0} \log \frac{h}{h - Z}. \tag{7}$$

Application au Bréguet XIX-A 2.

$P_0 = 2100^{kg}$, $h = 7000^{m}$, $v_0 = 38,9$ m/s., $v_h = 43,4$ m/s.,
$u_0 = 6$ m/s., $m = 0^{kg},280$; $\rho = 0,68$, $\text{tang}\,\varphi = 0,11$.

Altitude Z.	Temps.	Distance L.	$L + \frac{Z}{\text{tang}\,\varphi}$.	Combustible consommé P_c
m	′ ″	m	m	kg
2000	6.30	15460	33660	11,902
4000	16.25	39800	76200	26,745
6000	37.40	93800	148300	51,619
6800	1h 9	174800	236600	81,933

MÉTROLOGIE. — *Sur un micropalmer.* Note de MM. C. Chéneveau et J. Callame, présentée par M. Paul Janet.

L'un de nous (1) a donné, en 1912, le principe d'un appareil simple, précis et fidèle, pour mesurer des épaisseurs de disques ou lames de caoutchouc, sans l'intermédiaire d'un levier.

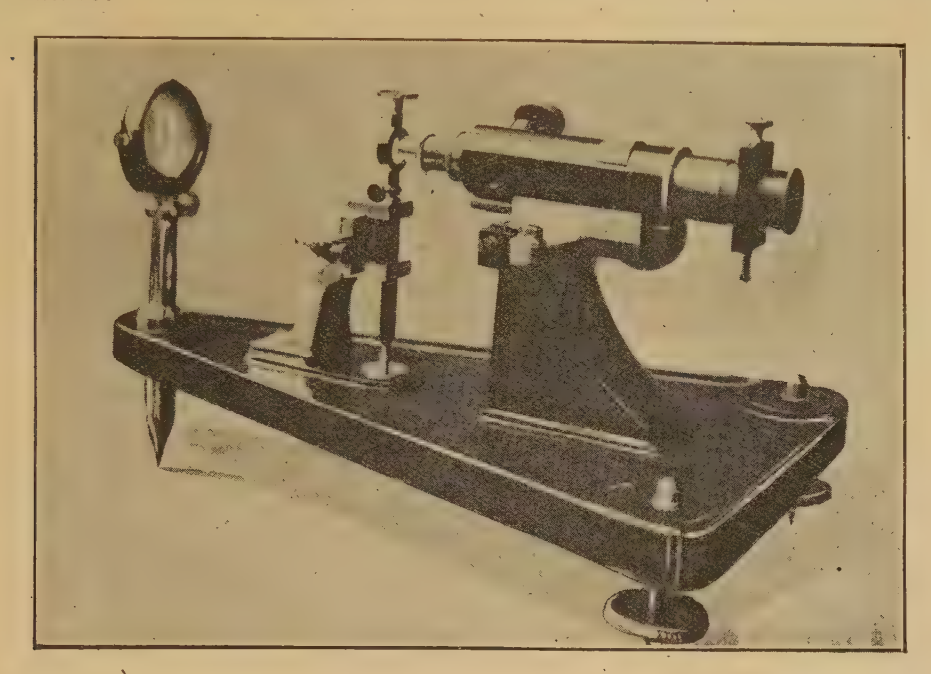
Ponr obtenir une *pression constante*, et *aussi faible que possible* afin d'éviter la déformation des échantillons, la mesure se faisait à l'aide d'une tige légère guidée, se déplaçant bien verticalement, dont l'extrémité supérieure portait un micromètre sur lequel était braqué un microscope fixe. L'extrémité inférieure reposant d'abord sur un plan et le réticule du microscope étant placé au zéro de la graduation micrométrique, pour déterminer l'épaisseur, il suffisait de soulever la tige, de faire appuyer son extrémité inférieure sur la partie supérieure de la pièce d'essai disposée sur le plan et de lire directement le déplacement du micromètre.

La pression constante était fournie par le poids invariable de la partie mobile.

---

(1) Chéneveau et F. Heim, *Journal de Physique*, 5e série, t. 2, 1912, p. 546.

Un tel appareil pouvant rendre de grands services dans l'industrie des matières plastiques, nous l'avons perfectionné pour obtenir le *millième de millimètre*.



Le nouvel appareil (voir la figure) comprend un microscope à oculaire réticulé, avec ses réglages de mise au point, d'un grossissement de 500, monté très solidement, en position horizontale, sur un bâti portant des vis calantes. Sur ce statif rigide, qui assure la stabilité absolue de l'instrument, est un petit plan d'acier parfaitement dressé. Sur ce plan peut venir s'appuyer l'extrémité inférieure de la tige en acier dont le déplacement vertical est rigoureusement assuré par un guidage convenable lui permettant de retomber librement sous l'influence de son poids.

On peut d'ailleurs, à l'aide d'un petit plateau placé à sa partie supérieure, charger la tige et modifier son extrémité inférieure pour essais de dureté, perçage, etc.

Un doigt, manœuvré extérieurement à la tige, permet de la remonter sans y toucher et, par conséquent, sans risquer de la fausser.

A la partie supérieure de la tige se trouve une petite bonnette portant un micromètre chiffré, au centième de millimètre; sa longueur détermine l'épaisseur limite mesurable. On peut facilement estimer le dixième de division et lire ainsi le millième de millimètre.

La manipulation est très simple. Le réticule étant réglé au zéro de la division du micromètre quand la tige porte sur le plan par sa partie inférieure, on soulève la tige, on place l'échantillon sur le plan et, abaissant la tige jusqu'au contact de la pièce d'essai, on lit au microscope l'épaisseur à 1μ près.

Il nous suffit d'ajouter que le dispositif réalisé peut être également employé pour tout calibrage, précis et rapide, de petites pièces fabriquées en matières de duretés très diverses et peut ainsi être utilisé dans tous les laboratoires scientifiques ou industriels où l'on a à effectuer des mesures de faibles épaisseurs.

PHYSIQUE. — *Sur l'expérience de Michelson.* Note [1] de M. E. **Brylinski**, présentée par M. Daniel Berthelot.

Il paraît utile de reprendre d'une manière plus approfondie l'interprétation qui est donnée habituellement de l'expérience de Michelson lorsqu'on suppose l'éther absolument immobile et la vitesse de la lumière indépendante de celle de la source qui l'émet.

Désignons, dans le plateau de Michelson, par G la glace à 45° placée au centre O, par M_1 le miroir en quadrature avec la source S, par M_2 le miroir diamétralement opposé à S, par E l'écran récepteur diamétralement opposé à M_1, et par l, l' et l'' les longueurs OM_1, OM_2 et OE.

Considérons une des ondes planes émises par la source qui se déplace avec la vitesse constante v tout d'abord dans la direction SOM_2. L'onde réfléchie par la glace AG se déterminera en considérant chaque élément de l'onde incidente comme émettant une onde sphérique élémentaire au moment où il rencontre la glace G et en prenant l'enveloppe de ces ondes élémentaires à un instant donné.

On voit immédiatement que l'onde réfléchie sera plane et que la direction de propagation de l'onde réfléchie fera un angle α avec la direction de propagation qu'aurait cette onde si le plateau était au repos absolu, avec, en appelant β le rapport de v à c,

$$\tan g\alpha = \beta \frac{1 - \frac{\beta}{2}}{1 - \beta}.$$

Il résulte de là que le temps mis par l'onde à aller du centre de la glace

---

[1] Séance du 22 octobre 1923.

au miroir et à en revenir a pour valeur

$$\frac{2l}{c\cos\alpha} = \frac{2l}{c}\left[1 + \frac{\beta^2}{2(1-\beta)}\right] = \frac{2l}{c}\left[1 + \frac{\beta^2}{2} + \frac{\beta^3}{2} + \frac{\beta^4}{2} + \ldots\right]$$

au lieu de

$$\frac{2l}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2l}{c}\left[1 + \frac{\beta^2}{2} + \frac{3}{8}\beta^4 + \ldots\right].$$

Mais on ne peut guère parler du temps que met l'onde à aller au miroir, du moment qu'elle est oblique à ce dernier et que ses divers éléments l'aborderont successivement. Suivons donc la marche d'un point B de l'onde en désignant par h la distance de B à un autre point A de l'onde, et en supposant que les longueurs l, l' et l'' sont égales.

Des calculs simples, qui seront détaillés ailleurs, montrent que le temps mis par le point B à arriver à l'écran, depuis le moment où le point A atteint la glace G, a pour valeur

$$t_1 = \frac{3l}{c}\left[1 + \frac{\beta^2}{2(1-\beta)}\right] + \frac{\beta h}{c}\,\frac{1 - \frac{\beta}{2}}{1 - \beta},$$

et que cet élément B arrivera sur l'écran à une distance du centre E de cet écran égale à

$$\frac{3}{2}\beta^2 l + h\left(1 - \frac{\beta^2}{2}\right),$$

dans le sens du mouvement de la Terre.

Considérons maintenant un autre élément B'_1 de l'onde incidente à la distance h' de A, et faisant le trajet de B'_1 en M_2, puis en G, puis à l'écran. La réflexion sur la glace G au retour du miroir M_2 s'étudiera comme précédemment, l'angle α sera remplacé par un angle α' tel que

$$\operatorname{tang}\alpha' = \beta\,\frac{1 + \frac{\beta}{2}}{1 + \beta}.$$

La durée totale du trajet jusqu'à l'écran sera

$$t_2 = \frac{l}{c}\left[\frac{3}{1 - \beta^2} - \frac{\beta^2}{2(1-\beta)}\right] + \beta\,\frac{h'}{c}\,\frac{1 + \frac{\beta}{2}}{1 + \beta}$$

et la distance du centre de l'écran au point d'arrivée sera

$$h' - \frac{\beta^2}{2}(l + h').$$

Pour que ces deux éléments B et B'_1 se rencontrent sur l'écran, il faut que ces deux distances soient égales, ce qui détermine h'.

D'ailleurs t_1 et t_2 sont égaux, puisque B et B'_1 sont deux éléments d'une même onde incidente; il en résulte que l'on doit avoir

$$h = l\frac{1 - \frac{3}{2}\beta^2}{1 - \frac{\beta^2}{2}} = l\left(1 - \beta^2 - \frac{\beta^4}{2} + \ldots\right),$$

c'est-à-dire que l'élément B serait hors de la partie de l'onde incidente qui joue un rôle dans le phénomène.

On en conclut que les deux ondes en lesquelles se dédouble l'onde incidente se coupent théoriquement, mais en dehors de la région où elles existent réellement. Les deux ondes qui se rencontrent sur l'écran ne proviennent pas de la même onde incidente; la différence de phase des deux ondes incidentes est égale à

$$2\pi\beta^2\frac{l}{\lambda}\left(1 + \frac{3}{2}\beta^2 + \ldots\right).$$

Il en résulte immédiatement qu'il n'y aura pas de franges d'interférence sur l'écran, mais une plage presque uniformément éclairée ou sombre.

Lorsque le mouvement de la Terre a lieu dans la direction OE, les calculs, un peu plus compliqués de forme, montrent que la différence de marche, qui était dans le premier cas

$$t_2 - t_1 = \frac{l}{c} \times \frac{1}{1 - \beta^2} \times \frac{\beta^2}{1 - \frac{\beta^2}{2}} = \beta^2\frac{l}{c}\left(1 + \frac{3}{2}\beta^2 + \ldots\right),$$

devient dans le second cas

$$t_4 - t_3 = -\frac{\beta^2 l}{c}\left(1 + 2\beta + \frac{\beta^2}{2} + \ldots\right).$$

Ce résultat, tout à fait différent de celui qui est donné habituellement, entraîne quelques conséquences intéressantes.

SPECTROSCOPIE. — *Sur un dispositif d'arc dans le vide permettant d'obtenir les spectres des métaux avec de très faibles quantités de matière.* Note de Mlle **Berthe Perrette**, présentée par M. G. Urbain.

Dans diverses recherches spectroscopiques il est utile de produire le spectre d'émission d'un métal en utilisant de très petites quantités de

matière. L'arc électrique entre charbons souvent employé ne donne pas à ce point de vue pleine satisfaction; de plus les raies des spectres ainsi produits ne sont pas aussi fines que celles données par les gaz lumineux sous faibles pressions. Le dispositif décrit ici permet d'obtenir pendant longtemps, avec une quantité de matière très faible, un spectre intense formé de raies très fines. La méthode, déjà employée par plusieurs observateurs ([1]), consiste à produire, dans le vide, un arc entre une cathode portée à l'incandescence par un courant auxiliaire et une anode sur laquelle est déposée une petite quantité du métal à étudier.

L'appareil que j'ai réalisé présente divers avantages sur ceux employés jusqu'ici; il est représenté en coupe par la figure ci-après.

La *cathode* BC est un fil de tungstène pur (ou mieux de tungstène thorié qui donne une émission électronique plus intense), relié à deux pièces de cuivre B, C de telle manière que le remplacement du filament soit facile; le filament a 15^{mm} de longueur et environ $0^{mm},2$ de diamètre. Il est porté à haute température par un courant de 4 à 5 ampères fourni par une petite batterie d'accumulateurs de 12 volts.

L'*anode* A est constituée par une plaque de tungstène au centre de laquelle a été creusée au diamant une cavité en forme de coupelle, destinée à recevoir la petite quantité de matière soumise à l'expérience.

Ces pièces sont montées sur un support en verre tt', terminé par une pièce de verre Q portant un rodage qq'. Tout l'appareil est placé dans une enveloppe de verre TT' fermée à une extrémité par la pièce Q servant de bouchon, et à l'autre par une fenêtre P, en verre ou en quartz, à travers laquelle se font les observations. Une tubulure latérale R relie l'appareil à une pompe Gaëde; la pression pendant le fonctionnement de l'arc est ordinairement de 2 à 3 millièmes de millimètre de mercure. Un manchon réfrigérant, non représenté sur la figure, assure le refroidissement de la partie centrale du tube.

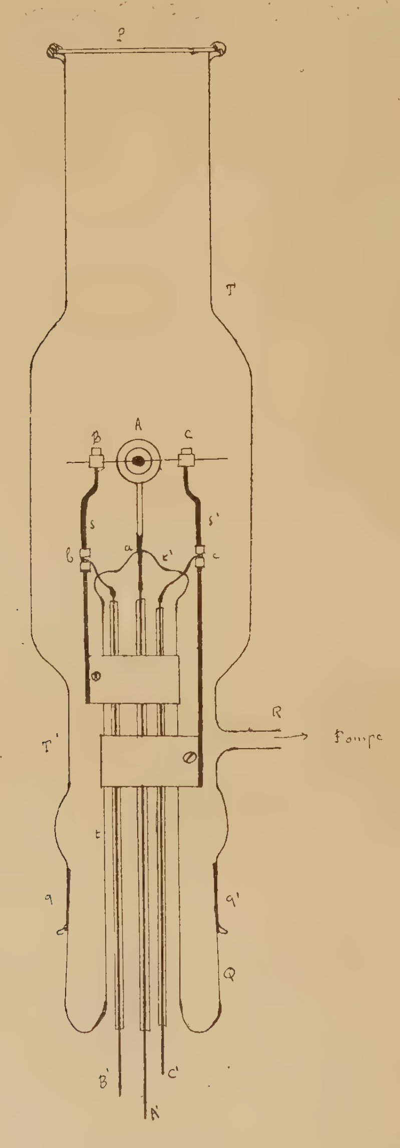
La distance entre l'anode et la cathode doit être faible pour que les électrons émis n'annulent pas le champ au voisinage de la cathode, et que l'on puisse obtenir un courant thermoionique intense. Avec une distance de 2^{mm} à 3^{mm} et une différence de potentiel de 110 volts on obtient 500 milliampères en employant un seul filament cathodique. On peut aller plus loin en employant 2 ou 3 filaments en parallèle. Avec 2 filaments on a atteint

---

([1]) JANIKI, *Ann. der Physik*, 1909. — WALI MOHAMMAD, *Astrophys. J.*, 1914. — ARONBERG, *Ibid.*, 1918. — NAGAOKA, *Ibid.*, 1921.

un débit de 1,6 ampère, avec 3 filaments on dépasse facilement 2 ampères.

L'emploi du tungstène présente de grands avantages sur les cathodes de Wehnelt, généralement employées par les observateurs dont on a cité les travaux.



1° Le régime est beaucoup plus régulier : les cathodes de Wehnelt en effet ne fonctionnent bien ni quand la couche d'oxyde est trop épaisse, ni quand cette couche est trop mince ; il en résulte des irrégularités de régime.

2° Les cathodes de Wehnelt s'usent assez rapidement et doivent être assez fréquemment changées; de plus quand on les remplace il est rare que l'on obtienne des résultats identiques les uns aux autres. Avec le tungstène au contraire tous les filaments sont identiques et la substitution de l'un à l'autre ne modifie en rien les conditions d'un régime déterminé.

3° Il est plus facile d'opérer avec un bon vide et d'obtenir des spectres purs; au-dessous de 3 à 4 millièmes de millimètre de mercure toutes les bandes de l'air et du carbone disparaissent en général.

Toutefois le tungstène doit être porté à haute température et donne une émission intense de spectre continu. On élimine à très peu près ce spectre projetant l'image du filament en dehors de la partie de la fente utilisée.

Pour donner une idée des qualités des spectres obtenus, voici quelques résultats relatifs au plomb.

1° La finesse est telle que les anneaux d'interférence obtenus avec 20^{mm} de différence de marche sont d'une netteté parfaite; pour la raie 4058 on obtient ainsi un ordre d'interférence voisin de 50000 et l'on pourrait aller beaucoup plus loin.

2° L'intensité du spectre est telle, qu'avec un spectrographe de quartz à 2 prismes de 6^{cm} de bases et des lentilles de 1^{m} de distance focale, on peut obtenir de très bons clichés en 20 secondes en employant des plaques au lactate dont la sensibilité est faible.

3° Enfin la consommation de matière est très minime, ce qui peut être intéressant dans l'étude des spectres des matières rares : ainsi avec une quantité de plomb inférieure à $0^{g},05$ on a pu prendre 11 clichés dont plusieurs avec appareil interférentiel. De plus la matière volatilisée à l'anode se condense sur les parois refroidies du tube et peut être récupérée chimiquement s'il y a lieu.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude sur la stabilité, en présence de l'eau, d'un certain nombre de mélanges binaires.* Note [1] de M. N. **Perrakis**, présentée par M. Haller.

Dans une étude antérieure nous avons déterminé les courbes de cristallisation d'un certain nombre de mélanges binaires, miscibles en toutes proportions à l'état liquide, et nous avons déduit, de l'allure de ces courbes, le degré de stabilité ou de précarité de cette miscibilité.

---

[1] Séance du 29 octobre 1923.

Dans le présent travail, nous nous sommes proposés d'étudier l'action de l'eau sur ces mélanges.

Dans ce but, nous avons déterminé, à température constante et en fonction de la composition du mélange étudié, la quantité d'eau qu'il est nécessaire d'ajouter à 100^g du mélange pour faire apparaître une nouvelle couche liquide.

Nous diviserons les systèmes étudiés en deux groupes :

Groupe A. — Mélanges, avec l'alcool éthylique, respectivement de chacun des corps suivants : oxyde de phényle, benzène, *o*-crésol, phénol.

Groupe B. — Mélanges, avec le benzène, respectivement de chacun des alcools suivants : méthylique, éthylique [1], isopropylique, butylique normal.

Dans le cas des deux derniers mélanges du groupe A, la quantité d'eau nécessaire pour amener l'apparition d'une deuxième phase est très grande; nous nous sommes contentés de faire, pour chacun de ces deux mélanges, une seule détermination, ainsi, le mélange d'*o*-crésol et d'alcool éthylique à 33°,16 pour 100, en poids, d'alcool a exigé 25^g,9 d'eau, tandis que le mélange de phénol et d'alcool éthylique à 33°,60 pour 100 d'alcool en a exigé 81^g environ.

Les courbes du graphique ci-contre traduisent les résultats de cette étude pour les autres mélanges. La courbe I correspond au mélange oxyde de phényle alcool éthylique; les courbes II, III, IV et V correspondent, respectivement, au mélange du benzène avec chacun des quatre alcools méthylique, éthylique, isopropylique et butylique normal.

Il est évident que la quantité d'eau nécessaire pour amener l'apparition d'une deuxième phase dépend de trois facteurs : le degré de stabilité ou de précarité dans la miscibilité des deux constituants du mélange étudié et les degrés respectifs d'affinité, pour l'eau, de chacun de ces constituants.

En fait il nous est impossible de changer *isolément l'un* de ces trois facteurs; si nous changeons *un* des constituants du mélange nous changeons *simultanément* le degré de miscibilité du mélange et l'affinité pour l'eau du constituant qui a varié.

Nous ne pouvons donc prévoir ce qui va se passer que si les effets de ces deux changements s'ajoutent. S'ils se contrarient, nous ne pouvons, FAUTE DE RELATION QUANTITATIVE, *prévoir lequel de ces deux effets va l'emporter.*

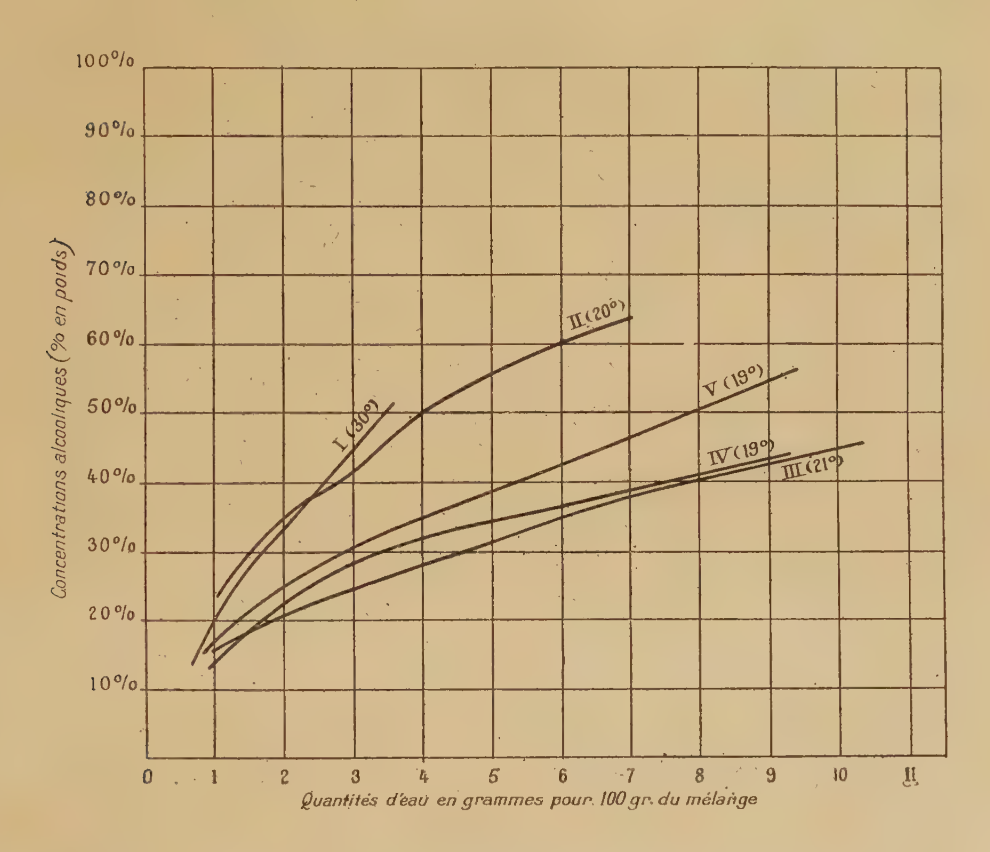
Groupe A. — Ici c'est le constituant relativement peu soluble dans l'eau

---

[1] Le mélange benzène-alcool éthylique fait partie des deux groupes A et B.

qui varie. *Cette solubilité s'améliore quand on passe de l'oxyde de phényle au phénol et il en est de même de la miscibilité du mélange avec l'alcool.*

Il en résulte que les variations simultanées des deux facteurs, solubilité dans l'eau et miscibilité avec l'alcool, tendent *toutes deux* à faire croître la quantité d'eau quand on passe de l'oxyde de phényle au phénol. *C'est ce que l'expérience vérifie.*



Groupe B. — Ici c'est le constituant le plus soluble dans l'eau (l'alcool) qui varie. *Cette solubilité décroît quand on passe de l'alcool éthylique à l'alcool butylique ; au contraire la miscibilité avec le benzène va en s'améliorant de l'alcool méthylique à l'alcool butylique.*

Les effets produits par les variations simultanées de ces deux facteurs étant de sens contraires, nous ne pouvons rien prévoir sur l'effet résultant obtenu.

Tout ce que nous pouvons dire est que :

1° L'action du degré de miscibilité semble prédominante quand on

compare l'alcool méthylique avec les autres alcools (miscibilité moins bonne, moindre quantité d'eau);

2° Les effets des variations des deux facteurs semblent se contre-balancer quand on compare l'alcool éthylique à l'alcool isopropylique (la quantité d'eau est à peu près la même dans les deux cas);

3° Enfin l'action de la solubilité semble l'emporter sur l'action de la miscibilité quand on compare l'alcool butylique normal à l'alcool isopropylique (solubilité de l'eau dans le premier alcool moins grande, moins grande quantité d'eau).

Sans doute serait-il désirable de pouvoir établir, entre la solubilité et la miscibilité considérées dans cette étude et les quantités d'eau nécessaires pour amener l'apparition d'une deuxième phase, des relations numériques susceptibles d'une vérification expérimentale plus rigoureuse.

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la polymérisation de l'acétylène par contact.* Note de M. N. D. Zelinsky, présentée par M. A. Haller.

L'expérience classique de Berthelot [1] sur la polymérisation de l'acétylène est, comme on le sait, à la base de la synthèse chimique et offre une grande importance au point de vue théorique.

On peut juger de la difficulté qu'a rencontrée la réalisation de cette expérience par la remarque suivante de Berthelot : « après une suite fastidieuse de manipulations méthodiques, j'ai obtenu en quantité suffisante un liquide jaunâtre que j'ai soumis à des distillations fractionnées ». Malgré les faibles quantités des produits de condensation de l'acétylène qui étaient à la disposition de Berthelot, il a pu, grâce à son ingéniosité, démontrer dans ces produits la présence des principaux représentants des hydrocarbures aromatiques.

Ce n'est que bien longtemps après que la question a été reprise par Moissan et Moureu [2]. Ces auteurs ont montré, en 1896, que déjà à la température normale l'acétylène est absorbé, après dégagement de chaleur, par le fer fraîchement réduit, ainsi que par le nickel et le cobalt; la majeure partie du carbure se décompose en ses éléments, tandis qu'une très faible partie se condense et donne naissance à des hydrocarbures aromatiques. Les mêmes résultats furent constatés dans la suite par Sabatier et Senderens [3]:

---

(1) *Ann. Chimie et Phys.*, 3e série, t. 53, 1858, p. 188; 4e série, t. 12, 1867, p. 53; *Comptes rendus*, t. 62, 1866, p. 905; t. 63, 1866, p. 479, 575, 788.

(2) *Comptes rendus*, t. 122, 1896, p. 1240.

(3) *Comptes rendus*, t. 130, 1900, p. 250.

en présence de fer, de platine, de cobalt et de nickel, ils ont vu que l'acétylène se décompose principalement en carbone et hydrogène, et qu'une bien faible partie se polymérise en formant des produits aromatiques et hydro-aromatiques.

En 1912, ont paru les recherches de R. Meyer [1] sur la condensation pyrogénée de l'acétylène. Elles avaient pour objet d'établir jusqu'à quel point les produits de cette condensation se rapprochent du goudron de la houille. Ces expériences ont été effectuées sans catalyseurs, ou substances de contact. Il a été fait usage des dilutions au moyen d'hydrogène ou d'autres gaz indifferents, afin d'éviter la décomposition de l'acétylène à des températures élevées. Malgré ces précautions, une grande partie d'acétylène était décomposée dans ses expériences; les tubes en porcelaine dont il se servait ne tardaient pas à s'obstruer par de la suie. Le rendement en goudron acétylénique variait en fortes proportions.

Le problème de la transformation de l'acétylène en hydrocarbures aromatiques n'a donc pu être considéré comme définitivement résolu. Toutes les expériences dont il vient d'être question ont été effectuées sous la pression ordinaire. Il a été, d'ailleurs, impossible d'opérer autrement, car l'acétylène devient encore moins stable à des pressions élevées. Pourtant *à priori* on devait s'attendre à ce qu'une haute pression fût favorable à la condensation de l'acétylène.

J'ai essayé de remplacer la pression par un autre facteur, notamment par le contact d'acétylène avec un corps très poreux, pourvu d'un système capillaire fortement accusé. Je me suis adressé à cet effet au *charbon de bois activé* qui fut appliqué d'abord en Russie et ensuite dans d'autres pays, pendant la grande guerre, en sa qualité d'absorbant solide, polyvalent, ou général, dans les masques qui portent mon nom, contre les gaz asphyxiants.

Le volume des pores dans le charbon moyennement activé constitue, d'après mes évaluations, 88 pour 100 du volume total du charbon. Dans le charbon plus fortement activé, la porosité atteint 90 pour 100 et plus. Les gaz et les vapeurs, absorbés par le charbon, doivent se trouver sous une forte pression.

Il doit en être de même pour l'acétylène; ce dernier, étant naturellement comprimé dans les pores du charbon, se trouve dans des conditions physiques autres que lorsqu'il est sous une pression ordinaire.

J'ai procédé de la façon suivante : je remplissais de charbon de bois activé un tube en verre d'Iéna ou en porcelaine, long de 70^{cm} et de 15^{mm} de

---

[1] *Bull.*, t. 45, 1912, p. 1609; t. 46, 1913, p. 3123; t. 47, 1914, p. 2765; t. 50, 1917, p. 422; t. 51, 1918, p. 1571; t. 53, 1920, p. 1261.

diamètre; après avoir chassé l'air par un courant d'acétylène pur, je le portais à la température 640°-650° dans l'atmosphère d'acétylène. La vitesse de pénétration de l'acétylène dans le tube était telle que l'on pouvait encore compter les bulles de gaz qui traversaient le laveur. On pouvait obtenir, à cette vitesse, en l'espace de 20 heures, 115^g,3 d'acétylène condensé recueilli dans mélange réfrigérant; celui-ci était de couleur de thé d'intensité moyenne et de poids spécifique 0,9234 à 19°; le $n_D^{19°} = 1,5445$.

Lorsque la vitesse du courant d'acétylène était plus grande, on obtenait une plus grande quantité de produit condensé; ainsi, il a été obtenu, en 7 heures, 110^g de goudron acétylénique de poids spécifique 0,951 à 20°. Dans un cas, où il a été fait usage d'un tube de plus petit calibre à la même vitesse que plus haut, il a été récolté, en l'espace de 11 heures, 180^g de produit de condensation.

Lorsqu'on opère dans les conditions indiquées, on n'a pas d'explosion d'acétylène; la masse principale de ce dernier, après contact avec du charbon, subit une polymérisation presque totale; une partie sort du tube sans être modifiée; enfin, une petite partie subit une décomposition plus profonde.

L'action favorable qu'exerce le charbon sur la condensation de l'acétylène est donc hors de doute.

Sans entrer dans les détails, faisons remarquer que nous avons procédé à une série d'expériences sur une échelle plus grande. Le rendement en produits de condensation, déjà *à la suite du premier passage d'acétylène*, a été de 70-74 pour 100 du poids mis en œuvre (76-80^g de goudron sur 100^l d'acétylène).

Le rôle du charbon de bois activé, en tant que substance de contact, dans le processus de condensation de l'acétylène, est donc évident : les molécules d'acétylène conservent leur intégrité; malgré une forte pression et une température élevée subies dans la masse poreuse du charbon, la réaction de condensation s'effectue normalement, sans explosion et sans décomposition profonde plus ou moins appréciable.

Le poids spécifique du produit de condensation varie de 0,911 (600°) à 0,995 (660°), suivant la température.

904^g de ce produit ont donné :

	Pour 100.
20°-150°	45
150°-250°	13,9
104°-300° (13^{mm})	29,0
Le résidu	12,0

Certains produits de condensation donnaient 50 pour 100 de benzol « cru », ayant le point d'ébullition jusqu'à 150°. Le fractionnement de ce benzol a montré que 40 pour 100 distillent entre 79°-115°; la partie principale de cette fraction est composée de benzène; le toluène et le xylène s'y trouvent en faible quantité. La fraction benzolique telle quelle et n'ayant subi aucune purification, présente les propriétés suivantes : 79°-80°(738); $d(12°/5°) = 0,8857$; $n_D^{12°} = 1,504$.

Comme cette fraction n'a pas été complètement passive à l'égard du permanganate, nous l'avons traitée avec de l'acide sulfurique concentré. A la suite de cette purification, il a été obtenu du *benzène synthétique absolument pur*, distillant jusqu'à la fin à 79°,6 (747,5). Le benzène provenant d'acétylène présente les constantes que voici :

$$d^{20/4} = 0,8790; \qquad d(20°) = 0,88048;$$
$$n_C^{20} = 1,49678; \qquad n_D^{20°} = 1,50148; \qquad n_F^{20°} = 1,51350; \qquad n_g^{20} = 1,52375.$$

904^g de goudron ont donné 303^g,3 de benzène absolument pur; le rendement, en tenant compte des pertes au cours de la distillation, est de 35 pour 100.

Parmi les produits de condensation, il a été constaté, à l'état pur, 4 pour 100 de toluène, 0,4 pour 100 de paraxylène, du styrol, de l'indène, et après des cristallisations répétées, 6,7 pour 100 de naphtaline, 1 pour 100 de fluorène et beaucoup d'anthracène.

Nous voyons donc que le goudron acétylénique obtenu dans les conditions élaborées par nous par polymérisation de contact, renferme tous les principaux hydrocarbures aromatiques et présente qualitativement le même mélange de formes condensées, qui a été établi pour la première fois par Berthelot dans son expérience bien connue.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique des environs de Sineu et du Puig de Sant Onofre (île de Majorque).* Note de M. **B. Darder Pericás**, présentée par M. Émile Haug.

La région centrale de Majorque est comprise entre la Sierra Principale, objet tout récemment d'un beau mémoire de M. Paul Fallot [1] et la Sierra

[1] Paul Fallot, *Étude géologique de la Sierra de Majorque* (Paris, librairie Béranger, 1922).

du Levant, étudiée par nous à diverses reprises ([1]); elle se présente comme une plaine ondulée, avec un grand nombre de collines.

Si l'on fait abstraction des très intéressantes données éparses dans le travail de M. Fallot, sa tectonique reste encore presque inconnue; elle n'a été étudiée qu'au point de vue stratigraphique par H. Hermite ([2]) et L.-M. Vidal ([3]).

Une petite contrée du centre de l'île montre un intérêt tectonique particulier. C'est la région de Sineu et le Puig de Sant Onofre; il s'y trouve des marnes lignitifères attribuées à l'Éocène inférieur par Hermite, mais leur âge oligocène a été établi par la découverte presque simultanée par Vidal et par Forsyth Major ([4]) de restes d'*Anthracotherium magnum*. Au SE de ces couches lignitifères, le Puig de Sant Onofre présente des calcaires nummulitiques marins, qui, d'après Hermite, reposeraient en concordance sur les couches lagunaires, mais qui, d'après Vidal, formeraient le bord du lac oligocène et seraient transgressives sur le Néocomien et le Jurassique, antérieurement plissés. M. Fallot est revenu aux idées d'Hermite et a tiré d'une rapide excursion la conclusion que les couches à *Nummulites incrassatus* (Lah.) du Stampien supérieur reposent sur le Stampien inférieur lagunaire, transgressif à son tour sur le Néocomien.

L'étude vérifiée pendant cet été nous a mené à des conclusions tectoniques assez différentes de celles de tous les auteurs déjà cités et peuvent être synthétisées en disant qu'une partie des marnes considérées comme lagunaires sont en réalité du Néogène inférieur marin. Ainsi dans la tranchée du chemin de fer, à la sortie de Sineu, on peut voir des marnes sableuses qui plongent 25°N et contiennent une faune de Foraminifères, tels que Globigérines, Amphistégines, Rotalines, Textulaires, etc., dont le jeune géologue majorcain A. Crespi a entrepris l'étude. Ces marnes, que nous ne pouvons hésiter à rapporter au Miocène du faciès de la Serra

---

([1]) B. Darder Pericás, *Los fenomenos de corrimiento en Felanitx* (*Tr. del Mus. Nac. de Cien. Nat.*, Serie Geol., n° 6, 1913). — *Estratigrafia de la Sierra de Levante* (Felanitx) (*Ibid.*, n° 10, 1915). — *Nota preliminar sobre la tectonica de la región de Artá* (*Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, t. 21, 1921).

([2]) H. Hermite, *Études géologiques sur les îles Baléares* (Paris, Savy, 1879).

([3]) L.-M. Vidal, *Note sur l'Oligocène de Majorque* (*B. S. G. Fr.*, 4e série, t. 5, 1905).

([4]) Forsyth Major, *Exhibition of, and remarks upon some remains of Anthracotherium from Majorca* (*Proc. Zool. Soc. of London*, 1904, vol. 1).

Nort ([1]), supportent en discordance une nappe de calcaire fétide avec *Planorbis*. Broyée dans la zone de contact, cette nappe plonge vers le NE, comportant dans cette direction (en suivant la route de Maria) des couches lignitifères à *Anthracotherium*, surmontées de poudingues et de marno-calcaires de l'Oligocène marin, le tout diversement plissé et montrant une tête d'anticlinal couché vers le NW.

Les marnes miocènes forment toute la dépression au SE de Sineu, vers le Puig de Sant Onofre, qui ne montre pas dans ses environs de traces de marnes ou calcaires lagunaires; le Puig représente un synclinal couché vers le NW; ce synclinal à flanc normal néocomien repose sur les marnes miocènes et présente un noyau de calcaire rapporté par Fallot au Stampien supérieur. Vers la ferme de la Bastida, il montre des marnes miocènes pincées entre les deux flancs nummulitiques qui constituent le sommet du Puig. Le flanc inverse est visible du côté SE du Puig, avec du Néocomien comportant à certains endroits du Jurassique.

Un troisième élément tectonique se voit sur le flanc inverse du synclinal couché dont nous avons parlé, c'est une nappe triasique, formée de dolomies craquelées, qui reposent indistinctement sur le Néocomien ou sur le Jurassique du synclinal. Suivant la tranchée du chemin de fer, au km 48,5, on peut voir la nappe triasique et près du km 49 il y a, en contact anormal très obscur, des marnes du Jurassique moyen à *Posidonomya alpina* GRAS, avec faune très abondante, recueillie par Fallot, et quelques formes d'Ammonitidés déroulés. A leur tour, ces marnes supportent en transgression, très bien visible dans la tranchée, des poudingues et des marnes néogènes du type chaîne Nord. Cette transgression semble confirmer l'existence d'un mouvement assez important prémiocène.

En résumé, la région de Sineu et Puig de Sant Onofre a l'aspect d'un pays de nappes empilées du SE vers le NW, c'est-à-dire, avec la même direction de poussée que la Sierra Principale et les montagnes d'Arta, et en direction normale à la poussée dont nous avons constaté les effets cet été, dans les montagnes de Manacor et Felanitx, sous la forme d'empilements du SW vers le NE. Le substratum visible, mais également charrié sur les nappes de la Sierra Principale, c'est le Miocène type nord de la vallée

([1]) M. Fallot et moi-même avons montré l'existence de deux faciès du Miocène de Majorque; le faciès de la Chaîne nord, avec des grès et marnes à foraminifères et *Chlamys præscabriusculus* (Font.) qui doit être rapporté au Miocène inférieur, et le faciès méridional, avec mollasse calcaire d'âge vindobonien, transgressive sur les terrains charriés.

entre Sineu et le Puig; sur celui-ci repose la nappe d'Oligocène lagunaire, qui peut être rattachée au Stampien marin du synclinal couché du Sant Onofre. Le troisième élément est la nappe triasique, avec peut-être du Jurassique moyen, qui supporte le Miocène inférieur transgressif, prouvant ainsi l'existence du mouvement prémiocène.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Conditions favorables ou nuisibles à la germination des semences d'Orchidées et au développement des plantules.* Note de M. **Jules Wolff**, présentée par M. Guignard.

On sait, depuis les travaux de M. Noël Bernard, que, dans la nature, la germination des graines d'Orchidées a pour point de départ un phénomène de symbiose. Le même auteur a montré également que cette germination peut avoir lieu *in vitro* sans le concours de l'organisme qui la favorise, à la condition qu'elle se fasse dans un milieu sucré convenable.

En observant ce qui se passe dans le cas où l'on associe l'action d'un endophyte d'Orchidée à celui des semences, on est frappé par ce fait qu'en milieu pauvre le phénomène de symbiose se produit beaucoup mieux qu'en milieu riche. En effet, en milieu riche, le champignon se développe avec trop de vigueur et il devient virulent pour la graine; il finit même par la tuer. En milieu pauvre, au contraire, le champignon se développe faiblement et il apporte à la graine, en y pénétrant avec ménagement, les substances strictement nécessaires à son développement. Le milieu pauvre qui convient au phénomène de symbiose ne permet pas à la graine de germer lorsqu'elle est seule. Le milieu riche qui est défavorable au phénomène de symbiose permet au contraire à la graine de germer sans endophyte. Ces faits, qui résultent de nombreuses observations, ont une importance capitale; mais il y a encore autre chose. J'ai déjà montré [1] que l'âge des semences joue un rôle important dans le phénomène de la germination symbiotique et que, pour réussir, on a intérêt à employer des graines jeunes; mais il arrive souvent, même en semant des graines de bonne qualité sur un mycélium d'extraction toute récente, qu'on observe un commencement de germination, puis un arrêt dans le développement des semences; cela tient à une activité trop grande du mycélium, qui tue les graines après avoir coopéré à leur germination. Pour parer à cet inconvénient, nous avons,

---

[1] *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 554.

M. Julien Potin et moi, imaginé le mode opératoire suivant : on fait germer aseptiquement des graines jeunes en milieu riche, mais sans champignons.

Pour cette germination, on emploie le milieu Burgeff, que l'on modifie en remplaçant l'amidon par 2,5 pour 100 de glucose. La germination sans champignons demande, il est vrai, un peu plus de temps que l'autre (4 à 5 semaines), mais elle a un avantage : les plantules peuvent être amenées de cette façon à un état de développement tel qu'elles sont capables de résister à un mycélium mortel pour la graine. Des expériences conduites parallèlement, sur des milieux de composition identique [1], montrent nettement que les plantules de Cattleya supportent très facilement l'action du mycélium alors que les graines jeunes, ensemencées directement sur mycélium, périssent presque toutes après avoir subi un commencement de germination. Chez les plantules repiquées sur mycélium, le phénomène de symbiose s'établit normalement; il n'y en a que très peu qui meurent; les autres se développent très bien et l'on obtient, au bout de 2 mois de repiquage, de petites plantes vigoureuses de 5 à 6^{mm} de haut avec feuilles et radicelles. Des plantules de même provenance, repiquées sur un milieu identique sans mycélium, se développent également bien; elles atteignent après le même temps sensiblement les mêmes proportions que les plantes élevées sur mycélium, mais elles sont très pauvres en chlorophylle et plus chétives.

Le développement ultérieur de ces plantes élevées en série, avec et sans mycélium, offrira dans la suite un très grand intérêt. Le rôle joué par les endophytes apparaîtra ainsi nettement.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la culture des plantes en milieu liquide stérile.* Note de M. **J. Dauvergne** et Mlle **Weil**, présentée par M. A.-Th. Schlœsing.

Après avoir reconnu les inconvénients que présentaient les essais de culture des plantes en utilisant des sols artificiels, les physiologistes ont cherché à réaliser ces cultures dans des solutions minérales.

Parmi les travaux effectués sur ce sujet, il faut citer les belles et intéressantes recherches de M. P. Mazé [2], qui est arrivé à trouver la composition

[1] Mélange à parties égales de *Sphagnum* et de *Polypodium vulgare*. Ce compost est utilisé couramment par M. Louvet.

[2] *Annales de l'Institut Pasteur*, t. 18, p. 171; t. 25, p. 705; t. 27, p. 651 et 1094; t. 28, p. 21; t. 33, p. 139.

d'une solution purement minérale capable d'assurer l'évolution complète du maïs à l'abri des microbes.

Lorsque nous avons voulu répéter quelques-unes de ces expériences, nous avons été conduits à modifier la technique de la germination et de la mise en culture en employant le procédé que nous décrivons ci-après :

Une lame d'aluminium de 20^{mm} sur 200^{mm} est découpée en deux parties égales comportant chacune une extrémité carrée de 20^{mm} de côté et une portion longue ayant 10^{mm} de largeur : la partie carrée est arrondie et percée de trous ; quant à la longue portion, elle est fendue dans sa longueur, une moitié repliée à angle droit servant à accrocher le support au bord du vase, l'autre moitié enroulée servant de rebord.

Lorsque ce petit appareil d'aluminium est terminé, il figure assez bien une écumoire, munie d'un rebord, fixée à angle droit sur son manche.

Le vase de culture (bocal à large ouverture) auquel est adapté le support précédent est bouché avec une bourre de coton laissant passer en son milieu un gros tube de verre de 20^{mm} de diamètre ouvert aux deux bouts, qui s'arrête à 1^{mm} ou 2^{mm} du support d'aluminium; l'extrémité supérieure de ce tube est également bouchée avec une bourre de coton.

Si l'on emploie un flacon à tubulure latérale, celle-ci pourra servir pour l'arrosage; elle sera bouchée avec une bourre et recouverte d'un capuchon de verre (gros tube, vase à précipitation); si l'on emploie un flacon ordinaire à large ouverture, on disposera auprès du tube précédent un petit tube de verre destiné à l'arrosage, bourré et capuchonné.

Le flacon est rempli de solution minérale telle que celles dont M. Mazé a donné les formules, et dont la composition varie suivant les espèces de plantes que l'on désire cultiver; on s'arrange pour que le niveau du liquide soit à 1^{cm} ou 2^{cm} en dessous du support. Après avoir soigneusement disposé un double capuchon de papier sur le goulot du vase de culture, laissant passer le gros tube en son centre, on stérilise à l'autoclave suivant les conditions habituelles.

Les expériences ont porté jusqu'ici sur des plantes ayant de grosses graines (maïs, vesce, pois, sophora, haricot, cobæa, etc.).

Lorsqu'on veut entreprendre la culture d'une plante, on stérilise la graine d'après la technique de M. Mazé (lavage à l'alcool, agitation avec du sable et de l'eau stérilisée, trempage dans la solution de bichlorure de mercure, lavage à l'eau stérile).

Avec une pince flambée, on saisit la graine, on la laisse tomber dans le tube dont on a enlevé la bourre et qu'on replace aussitôt. La graine,

reposant sur le support d'aluminium, se trouve placée dans une atmosphère humide et ne tarde pas à germer si elle est à une température convenable; sa racine peut se faire jour, soit à travers l'un des trous du support, soit entre ce dernier et le rebord; les feuilles se développent dans le tube de verre; au fur et à mesure de leur croissance, elles montent de plus en plus haut et atteignent la bourre; pour leur donner plus de place, on soulève le tube le plus possible; enfin, lorsque les feuilles n'ont plus de place, on stérilise le tube et le papier environnant constituant le capuchon externe; on retire ce dernier; on enlève rapidement le tube, que l'on remplace par une bourre de coton stérile; la tige et les feuilles sont à l'air extérieur; il ne reste plus qu'à placer le vase de culture dans l'endroit le plus propice pour la plante.

On le voit, ces opérations sont simples, rapides, et permettent d'opérer dans des conditions satisfaisantes d'asepsie, à l'abri des germes de l'air, notamment des moisissures, si redoutées dans ce genre de culture; il faut faire remarquer, en outre, que le support d'aluminium joue un rôle utile de soutien pour la plante, surtout lorsqu'il s'agit du maïs, par exemple, qui atteint de grandes dimensions.

La croissance des plantes se poursuit normalement; l'arrosage avec des solutions minérales stériles doit se faire dans des conditions parfaites d'asepsie; avec ces précautions on arrive à obtenir des pieds de maïs, de vesce, de pois bien développés, allant jusqu'à la floraison et même la fructification quand les conditions de température, d'aération et d'éclairage sont bonnes.

L'emploi du support d'aluminium avec tube de verre permet surtout la culture des plantes présentant des feuilles allongées, lancéolées, comme c'est le cas dans la famille des graminées, des cypéracées, etc.

Lorsqu'il s'agit d'autres plantes à feuilles larges, à tigelles courbées devant se redresser (haricots), on utilise toujours le support, mais non le tube qui serait trop étroit : on coiffe alors l'orifice du vase où se trouve le support avec un capuchon de verre qui y est fixé au moyen d'une bourre de coton; quand la plante s'est développée suffisamment, on enlève le capuchon et l'on place une bourre de coton stérile autour de la tige de la plante.

Nous n'insisterons pas sur les nombreux problèmes de physiologie végétale qui peuvent être étudiés avec cette technique, mais nous relaterons seulement ce que nous avons observé sur un pied de sophora cultivé d'après cette méthode.

Ce dernier, après avoir eu un développement normal, était devenu chlo-

rotique : les feuilles se décolorant peu à peu, jusqu'à être diaphanes, avaient fini par tomber; sur ces entrefaites, nous avons ajouté au liquide quelques gouttes de solution stérilisée de citrate ferrico-potassique; quelque temps après, nous remarquâmes la naissance de nouveaux bourgeons, puis l'apparition de nouvelles feuilles qui se développèrent normalement; aujourd'hui ce sophora, ayant poussé dans un petit flacon de Woolf, se présente avec une végétation normale, vigoureuse, qui ne rappelle en rien sa période momentanée de souffrance que nous avons constatée; le sel de fer, conformément à ce qui est connu de son influence sur la végétation, a provoqué une véritable résurrection.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'assimilation chez les cellules vertes et la structure du protoplasma.* Note de M. C. **Fromageot**, présentée par M. Henneguy.

Dans un travail récent [1], Wurmser et Jacquot, traitant des Ulves (*U. lactuca*) par la chaleur, ont observé une altération de la photosynthèse, altération qu'ils ont rapportée à des changements dans la viscosité des colloïdes cellulaires. J'ai essayé de provoquer, par un autre moyen que la chaleur, des modifications analogues du protoplasma. J'ai plongé des Ulves dans de la glycérine, j'ai observé les modifications de l'assimilation qui se sont produites, et les ai comparées à celles subies, dans les mêmes conditions, par la respiration.

Technique. — Des rectangles de $6^{cm},5 \times 3^{cm},5$, découpés dans des parties aussi semblables que possible de la même Ulve, sont immergés pendant 15 minutes dans des solutions de concentration déterminée de glycérine dans l'eau de mer; ces solutions ont leur P_H ramené à celui de l'eau de mer (8,2) par addition de quelques gouttes de soude $\frac{N}{10}$. Au bout de 15 minutes, les morceaux d'Ulves sont retirés des solutions glycérinées, lavés avec soin, et placés dans des flacons *ad hoc* remplis d'eau de mer normale. Le tout est alors mis soit à la lumière du jour, s'il s'agit de l'étude de l'assimilation, soit à l'obscurité absolue, si l'on veut observer la respiration. Les dégagements ou absorptions d'oxygène sont déduits de dosages faits par la méthode de Winkler.

L'intensité du dégagement de l'oxygène à la lumière, en fonction de la teneur du milieu en glycérine, est donnée dans le Tableau ci-après :

---

[1] Wurmser et Jacquot, *Sur la relation entre l'état physique du protoplasma et son fonctionnement* (*Bull. Soc. Chim. biol.*, n° 4, t. 5, 1923).

Concentration pour 100 en glycérine.	Centimètres cubes d'oxygène dégagés par heure. Exp. I.	Exp. II.	Exp. III.	Exp. IV.	Moyenne.
0	2,2	3,9	4,6	4,6	3,8
10	3,4	2,9	4,3	4,5	3,8
20	3,1	1,2	1,5	2,1	1,97
30	—0,1	0,3	1,6	0	0,45
40	—0,15	0	—0,37	—0,17	—0,17
50	—0,17	—0,03	—0,33	—0,44	—0,31
60	—0,18	—0,28	—0,35	—0,32	—0,28
70	—0,25	—0,44	—0,38	—0,32	—0,35
80	—0,11	—0,37	—0,39	—0,51	—0,35
90	—0,15	—0,34	—0,42	—0,29	—0,31
100	—0,13	—0,47	—0,31	—0,54	—0,36

Comparons avec ce qui se passe, dans les mêmes conditions, pour la respiration (étant donnée la faible intensité de ce phénomène, les chiffres présentés dans le Tableau suivant correspondent à une durée d'expérience de 12 heures).

Concentration pour 100 en glycérine.	Centimètres cubes d'oxygène absorbés en 12 heures. Exp. I.	Exp. II.	Exp. III.	Exp. IV.	Moyenne.
0	1,33	2,4	2,82	1,95	2,12
10	1,6	3,3	3,75	3,1	2,94
20	2,6	3,3	3,53	3,53	3,24
30	1,53	3,2	3,53	3,2	2,86
40	0,6	0,22	2,12	1,95	1,22
50	0,4	0,4	1,95	1,52	0,89
60	0,37	0,62	2,1	1,46	1,13
70	0,51	0,47	1,95	1,32	1,06
80	0,37	0,47	2,2	1,46	1,12
90	0,62	0,55	2,1	1,26	1,13
100	0,51	0,78	2,1	1,46	1,21

De cet ensemble de résultats, nous pouvons conclure que :

1° Les courbes obtenues présentent une analogie remarquable avec celles qui résultent de l'action de la chaleur. Le maximum observé au début, dans le cas de la respiration, paraît dû, selon toute probabilité, à la combustion même de la glycérine qui a pénétré la cellule, en dose encore insuffisante pour modifier sensiblement le mécanisme physique de la respiration, seul étudié ici.

2° La photosynthèse exige une organisation beaucoup plus délicate que

la respiration. En effet, cette dernière est encore très notable après que les cellules ont été plongées dans la glycérine même pure.

3° Enfin nous retrouvons le phénomène de photo-oxydation déjà signalé par Wurmser et Jacquot : les Ulves traitées par de la glycérine à concentration supérieure à 45 pour 100 absorbent à la lumière une quantité d'oxygène presque double de celle absorbée dans les mêmes conditions à l'obscurité.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les variations du chimisme chez les plantes greffées.* Note de MM. **Lucien Daniel** et **Jean Ripert**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Poursuivant une série de recherches entreprises sur les variations du chimisme chez les plantes greffées [1], nous avons étudié cette année les greffes ordinaires de *Tanacetum boreale* sur *Chrysanthemum frutescens* et les hyperbioses de Belladone et de Tomate, cultivées comparativement avec des témoins de ces diverses espèces. Voici les principaux résultats obtenus :

1° *Olodibioses de Tanaisie et de Chrysanthème.* — Les Tanaisies, épibiotes et témoins, provenaient de drageons d'un même pied et étaient à la deuxième année de leur développement. Nous avons, le même jour, recueilli leurs parties aériennes, au moment de la complète floraison. Pour extraire l'essence, nous avons distillé par entraînement à la vapeur d'eau. L'essence a été analysée aux points de vue indiqués par le Tableau ci-dessous et l'analyse a fourni les résultats suivants :

Nature des objets.	Rendement pour 100. en essence.	Solubilité dans l'alcool à 70°.	Indice d'acidité.	Indice d'éther.	Indice de saponification.
Tanaisie témoin.......	0,32	3,5	1,87	37,33	39,20
Tanaisie greffée.......	0,46	2,2	9,3	48,53	57,86

On peut remarquer que, dans nos expériences, le rendement en essence, l'acidité libre et la teneur en éther ont augmenté. Ces faits s'expliquent assez bien par l'augmentation du pouvoir osmotique cellulaire provenant de ce que l'épibiote Tanaisie vit en milieu plus sec que le témoin par suite de la rétention de l'eau au niveau du bourrelet. Les cellules devenant plus

(1) Lucien Daniel, *Variations du parfum chez les plantes greffées* (*Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 610).

riches en acides à la facon des plantes grasses, la pression osmotique augmente. Si l'acidité s'élève, les capacités d'éthérification en font autant.

Nous avons en outre remarqué que les essences recueillies différaient comme odeur et intensité relative de celle-ci. La Tanaisie greffée a donné une essence à parfum plus suave et plus persistant, moins âcre que celui de l'essence des témoins.

2° *Hyperbioses de Tomate et de Belladone.* — Nous avons surgreffé la Tomate et la Belladone en prenant celle-ci pour mésobiote. La recherche des alcaloïdes a été faite par les procédés habituels. Chose très remarquable : le mésobiote Belladone, nourri par la Tomate presque en totalité vu sa faible taille, ne contenait pour ainsi dire plus d'alcaloïdes. Il y en avait de faibles traces dans l'écorce; mais les libers externe et interne n'en possédaient pas. Les tissus cicatriciels des deux bourrelets, parties qui, dans les greffes ordinaires, sont très riches en alcaloïdes, en étaient elles-mêmes totalement dépourvues.

Ces résultats peuvent être le point de départ de recherches intéressantes. Ils semblent montrer que les substances plastiques élaborées par la Tomate en vue de la nutrition des parties inférieures, c'est-à-dire du mésobiote et de l'hypobiote, n'ont pas permis au mésobiote Belladone d'assimiler normalement les albuminoïdes. Sans doute certaines substances, protéiques ou autres, spécifiques à la Belladone et qui sont nécessaires à la formation de ses alcaloïdes, n'ont pu prendre naissance et c'est ainsi que s'expliquerait l'absence de ceux-ci dans les mésobiotes.

BOTANIQUE. — *Métabolisme des sucres dans la cellule et amylogénèse.* Note de M. **A. Maige**, présentée par M. Marin Molliard.

Les travaux de nombreux physiologistes (Boehm, Meyer, Laurent, etc.) ont établi que les cellules, capables de produire de l'amidon, sont susceptibles de le faire en utilisant des composés chimiques très variés : monosaccharides et disaccharides divers, glycérine, mannite, etc. On ignore totalement par quelle série de réactions s'effectue la condensation amylogène, quand la cellule part de l'une ou l'autre des substances précitées; mais, dans le cas des sucres, mes recherches antérieures sur le Haricot montrant que ces derniers agissent principalement en raison de leur pénétration, suggèrent l'hypothèse que ceux de ces composés, qui se rencontrent normalement dans la cellule, exercent une action approximativement équivalente sur les processus de condensation.

Cette constatation implique, dans la conception logique mais non démontrée, qui regarde le glucose seul comme point de départ de la condensation, que les autres sucres sont susceptibles de se transformer très rapidement en ce dernier à l'intérieur de la plante.

Il est aussi connu depuis longtemps, que le dépôt de l'amidon dans les plastes exige l'existence dans la cellule d'une certaine concentration critique de sucre. Il n'est pas permis de rapporter au glucose seul le terme « sucre » employé souvent d'ailleurs sans sens nettement défini par les divers auteurs, mais il résulte, de ce qui a été dit sur l'équivalence approximative de ces composés vis-à-vis de la condensation, que pour les cellules qui se comportent comme celles du Haricot, ce mot peut rester imprécis.

Je désignerai cette concentration critique de sucre sous le nom de *seuil de condensation amylogène*.

J'ai montré antérieurement sur le Haricot que l'inanition hydrocarbonée entraîne une dégradation du noyau (et également du cytoplasme comme je l'ai observé), aboutissant à la désorganisation et à la mort de la cellule. Si dans l'intervalle on fournit à celle-ci une quantité suffisante de sucre sous la forme de saccharose, maltose, lactose, glucose, lévulose, galactose, on détermine la régénération du noyau et du cytoplasme et le rétablissement de la vie normale. Il n'en résulte pas que tous les sucres précités soient directement assimilables; si l'on tient compte des faits connus, il est plus logique d'admettre qu'il n'en est rien et que les sucres, qui ne le sont pas, sont susceptibles de se transformer rapidement en ceux qui le sont, à mesure que ces derniers sont incorporés dans le métabolisme cellulaire. Les résultats des expériences, que je viens de rappeler, rapprochés de l'action favorable de doses même minimes de sucre sur la vitalité des cellules suggèrent nettement que, pour une cellule d'état physiologique donné, il existe un taux minimum de sucre, variable vraisemblablement avec cet état, nécessaire à la continuité d'une vie physiologique normale, le mot sucre étant, vu les considérations précédentes, employé dans le sens de sucre assimilable et pouvant, dans le cas des cellules analogues à celles du Haricot, rester imprécis à l'égard de ceux qu'elles contiennent normalement.

Quels sont les rapports entre le taux de sucre ainsi défini et le seuil de condensation amylogène? J'ai essayé de les établir, en prenant d'une part comme critérium de l'activité cellulaire les phénomènes fondamentaux d'accroissement nucléaire et cytoplasmique, et en choisissant d'autre part, comme objet d'expériences, les embryons de Haricot où le seuil de condensation amylogène se maintient particulièrement bas.

A titre d'indication générale sur ce point, je signalerai que j'ai obtenu l'apparition d'amidon dans les cellules de l'écorce et de la moelle de l'hypocotyle voisines de la section d'embryons (sans cotylédons) coupés transversalement, en disposant ces derniers sur une solution de glucose à 0,2 pour 100 ($t = 20°$) après digestion préalable de leur amidon de réserve sur l'eau pure.

En faisant germer ($t = 16 - 21°$) des embryons de Haricot sans cotylédons ou avec un ou deux cotylédons prélevés à l'état frais dans des fruits verts, j'ai pu obtenir dans plusieurs expériences des plantules, dont le développement de la partie supérieure et parfois de la totalité de l'hypocotyle ainsi que le verdissement des cotylédons s'effectuaient sans apparition de grains d'amidon composés, indice que le taux de sucre reste inférieur au seuil de condensation amylogène. La croissance des cellules de l'hypocotyle était accompagnée d'accroissement du noyau et du nucléole.

J'ai réussi à obtenir également en transportant ($t = 24°$ et $10°$) sur une solution faible de sucre des fragments d'embryons de Haricot, prélevés à un état convenable, dans des cultures sur buvard humide une croissance nucléaire précédant de 24 et même de 48 heures l'apparition de l'amidon et correspondant en conséquence à un taux de sucre inférieur au seuil de condensation.

Des observations analogues, toujours sur les mêmes cellules de l'écorce et de la moelle de l'hypocotyle peuvent être faites dans les plantules très jeunes issues de graines sèches privées d'un cotylédon ($t = 16 - 21°$), qui, dans ces conditions, présentent souvent au début de la germination une phase où les cellules de la face opposée au cotylédon subsistant, sont entièrement dépourvues d'amidon, avec des noyaux et nucléoles considérablement accrus.

En ce qui concerne le cytoplasme plastidal, j'ai observé dans les expériences précitées de germination de graines prélevées dans des fruits verts, que de nombreux plastes amylifères des cellules des cotylédons et du sommet de l'hypocotyle se transforment en plastes chlorophylliens par digestion de l'amidon et accroissement simultané de leur stroma qui forme parfois une calotte latérale assez épaisse.

L'accroissement du cytoplasme non plastidal, à une concentration de sucre inférieure au seuil de condensation, est aussi facile à observer dans les cellules sans amidon sus-indiquées des plantules issues de graines sèches germant avec un seul cotylédon, ou dans les cellules du sommet de l'hypocotyle des plantules issues des jeunes graines précitées.

En résumé, il ressort de ces expériences, que même dans les cellules où l'amylogénèse n'exige qu'une très faible concentration de sucre, les phénomènes essentiels du métabolisme cellulaire qui assurent la continuité de la vie et l'accroissement de la matière vivante peuvent s'effectuer à des concentrations encore plus basses.

Cette constatation que les fonctions indispensables de nutrition sont assurées par le sucre de la cellule avant celle de mise en réserve ne préjuge rien d'ailleurs relativement au taux de sucre le plus favorable à leur accomplissement.

ÉCONOMIE RURALE. — *Contribution à l'étude des conditions édaphiques des associations pastorales dans le massif du Mont-Dore.* Note (¹) de MM. **Chavastelon** et **Luquet**.

La zone sylvatique moyenne et supérieure du massif montdorien (700^m à 1600^m) a été profondément transformée par l'homme. Le montagnard, reléguant les forêts sur les versants abrupts, a orienté l'économie de cette région vers un but presque exclusif : la production de l'herbe. Dans les vallées sont établies les prairies fauchées, irriguées et amendées où domine l'*Agrostis vulgaris*.

La surface des coulées volcaniques offre des associations végétales complexes tendant toutes à la reconstitution de l'association climatique normale : la hêtraie, ou la forêt à *Abies pectinata*. Les landes à *Calluna vulgaris* ou à *Vaccinium* dominent. Par endroits, des peuplements de *Sarothamnus scoparius*, de *Juniperus nana*, de *Genista* (*Genista pilosa*, *G. sagittalis*, *G. purgans*, *G. tinctoria*) recouvrent le sol. Le *Nardus stricta* forme parfois de maigres pelouses, surtout dans les combes, où séjournent longtemps les neiges. Dans de meilleurs pacages dominent le *Deschampsia flexuosa* et l'*Agrostis* (*A. alba*, *A. rupestris*). Nous trouvons de tels peuplements jusque sur les crêtes battues par les vents du Massif de l'Angle, du Cliergue, et même au sommet du puy Ferrand à 1846^m.

Mais c'est surtout l'action de l'homme qui crée dans ces landes des pâturages florissants. Durant l'estivage, le bétail est enfermé la nuit dans un parc à claies mobiles qui est déplacé tous les deux ou trois jours. Les déjections ainsi accumulées amènent la disparition à peu près complète des

---

(¹) Séance du 22 octobre 1923.

Analyses des terrains volcaniques. Résultats rapportés à 1000g de terre entière.

Numéro d'ordre.	Matière organique.	Cailloux		Gravier.		Terre fine.	Azote.	Acide phosphorique		Potasse		Chaux CO³ Ca.	Magnésie.	Oxyde de fer.	Alumine.	Manganèse.
		siliceux.	calcaire.	siliceux.	calcaire.			total.	assimilable (¹).	totale.	assimilable (¹).					
87.	2,3	12,0	0,0	58	0,0	930	13,20	4,6	D : 0,52 S : 0,02	1,3	D : 0,17 S : 0,14	0,0	0,2	28,0	67,60	0,30
88.	3,2	32,0	0,0	27	0,0	970	13,9	4,6	D : 0,60 S : 0,07	1,1	D : 0,17 S : 0,29	0,0	0,3	23,6	52,1	0,19
89.	2,1	76,0	0,0	89	0,0	835	11,80	5,40	D : 0,75 S : 0,06	0,9	D : 0,18 S : 0,23	0,0	0,17	29,90	63,40	0,40
90.	0,0	82	0,0	98	0,0	820	1,90	3,1	D : 0,90 S : 0,20	2,00	D : 0,19 S : 0,68	0,0	0,20	30,70	61,50	0,60
91.	4,5	35,5	0,0	123	0,0	840	2,40	4,35	D : 0,185 S : 0,46	2,55	D : 0,15 S : 0,47	5,5	0,0	34,00	57,10	0,31
92.	2,0	309	0,0	69	0,0	620	6,80	3,58	D : 0,53 S : 0,03	1,18	D : 0,06 S : 0,24	0,30	0,0	28,20	61,30	0,53
93.	3,0	137	0,0	64	0,0	796	8,10	4,95	D : 0,39 S : 0,31	1,60	D : 0,08 S : 0,31	0,40	0,0	39,25	77,10	0,64
94.	1,7	93,30	0,0	65	0,0	840	6,80	8,40	D : 0,82 S : 0,12	2,10	D : 0,06 S : 0,31	2,7	0,0	37,10	85,10	1,10
95.	1,7	80,0	0,0	190	0,0	730	3,90	3,80	D : 0,47 S : 0,01	1,20	D : 0,05 S : 0,27	4,7	3,9	36,20	92,4	0,36
96.	1,8	30,0	0,0	210	0,0	760	6,20	3,5	D : 0,57 S : 0,03	1,70	D : 0,05 S : 0,26	4,8	2,9	25,00	65,20	0,30
97.	0,8	30,0	0,0	255	0,0	715	3,20	4,20	D : 0,45 S : 0,20	1,70	D : 0,13 S : 0,32	6,7	0,6	41,7	86,30	0,35
Terrain granitique (Commune de Briffons).																
98.	0,0	190	0,0	196,0	0,0	614	2,30	2,00	D : 0,19 S : 0,006	3,90	D : 0,05 S : 0,22	0,60	0,0	33,40	57,2	0,24

Numéros du plan cadastral; feuilles de la Carte. — N° 87 : Lande à vaccinium; section A, Gâcherie, 1re feuille n° 6. — N° 88 : Lande à nardus, un peu de vaccinium et *genista pilosa*; même localité qu'au n° 87. — N° 89 : Pâturage à Agrostis parqué; section A, Gâcherie, 1re feuille n° 3. Paillère basse. — N° 90 : Prairie à Agrostis fumée et fauchée (M. Rosier); section B du Quaire, n° 183, 1re feuille. — N° 91 : Prairie à Agrostis fumée et fauchée (M. Rosier); section B du Quaire, n° 285, 1re feuille. — N° 92 : Lande à Calluna, Besse; section F, 1re feuille n° 21. — Pâturage à Agrostis parqué. Besse; section E, 3e feuille n° 221. — N° 94 : Prairie à Agrostis fauchée et fumée, Besse; section E, 4e feuille, n° 250. — N° 95 : Lande à Calluna; section B dite de Cureyre, n° 171. — N° 96 : Pâturage à Agrostis parqué; section D dite de Cureyre, n° 158. — N° 97 : Prairie fauchée et fumée à Agrostis; section C, 3e feuille, n° 437. — N° 98 : Prairie à Agrostis fauchée et fumée : section A, 1re feuille, n° 419.

(¹) D : Dyer; S : Sigmond.

plantes ligneuses (*Calluna vulgaris*, *Vaccinium*, *Genista*, etc.) et des espèces à valeur fourragère médiocre telles que les *luzules*, les *Carex*, le *Nardus stricta*, le *Juncus squarrosus*. L'année suivante, le bétail évite ces places fraîchement fumées, et les graminées, les papilionacées poussant drues, peuvent fructifier et former un riche tapis végétal dont la flore est analogue à celle des prairies fauchées des vallées.

Quelles sont les modifications chimiques du sol provoquant cette transformation de la flore? Comment s'explique la luxuriance de ces pelouses parquées de nos montagnes volcaniques?

Afin d'étudier les conditions agrologiques des principales associations végétales, nous avons prélevé trois séries d'échantillons de terre dans la région volcanique : la première série à la Banne-d'Ordanche, montagne exploitée encore d'une manière très primitive, malgré son admirable situation; la deuxième série sur les pentes du Sancy, au-dessus de Besse; la troisième série dans la région de Compains, dont les gras pâturages annoncent déjà le Cantal. Chaque série comprend une lande à bruyères ou à myrtilles représentant le terme initial, un pâturage parqué à *Agrostis alba*, terme final, et une prairie fauchée et fumée.

La quatrième série (Briffons), prélevée sur un sol granitique, sert de terme de comparaison.

Les analyses qui prêtent à des observations générales intéressantes ne font ressortir aucune différence sensible entre les landes, les pâturages parqués, les prairies fumées et fauchées; et cependant les variations de flore et de rendement ne sont pas négligeables.

L'interprétation des résultats serait, selon nous, la suivante : Dans le parcage, comme dans la fumure, il y a apport d'éléments fertilisants directement assimilables, parmi lesquels l'ammoniaque jouant, en outre, un rôle neutralisant de l'acidité naturelle du sol.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Composition des graines et rendement énergétique dans la germination*. Note de MM. **Émile-F. Terroine**, **R. Bonnet** et **P.-H. Joëssel**, présentée par M. Guignard.

Nos recherches antérieures sur l'influence de la température sur le rendement énergétique de la germination (1) avaient été effectuées sur deux

(1) *Comptes rendus*, t. 167, 1923, p. 212.

graines : l'arachide et la lentille. En dehors des phénomènes cherchés, elles nous avaient permis de constater que le rendement énergétique brut de la germination était très sensiblement plus élevé dans le cas de la lentille (63 pour 100) que dans celui de l'arachide (53 pour 100). Or, si la teneur en matières protéiques des deux graines est à peu près identique, par contre l'une renferme des quantités abondantes de matières grasses alors que l'autre contient surtout des hydrates de carbone. La valeur du rendement énergétique est-elle entièrement indépendante de l'espèce et varie-t-elle uniquement avec la composition de la graine, avec la nature des réserves utilisées pour l'édification de la plantule? Telle était la question que nos constatations initiales nous imposaient d'examiner.

Pour le faire, nous nous sommes adressés à des graines de composition aussi voisines que possible de celles précédemment étudiées, sans nous soucier de leur place dans la classification botanique : c'est ainsi qu'à côté de l'arachide nous avons pris le lin; à côté de la lentille, le pois. D'autre part, il nous a paru très important de rechercher si l'on ne constaterait pas un rendement plus élevé encore que celui de la lentille en s'adressant à une graine à teneur plus faible en protéique et sensiblement plus élevée en hydrates de carbone; le sorgho nous a servi à examiner ce second point.

Chez toutes ces graines, nous avons étudié le rendement énergétique brut de germinations effectuées aseptiquement, sans aucun apport extérieur d'énergie ou de matière, sur eau distillée et à l'abri de la lumière.

Rappelons que le rendement énergétique brut (R.E.B.) s'exprime par le rapport ci-dessous, dont les données expérimentales sont déterminées par combustion à la bombe :

$$\text{R.E.B.} = \frac{\text{Énergie emmagasinée dans la plantule}}{\left\{\begin{array}{l}\text{Energie contenue dans la graine avant la germination}\\ -\text{Énergie contenue dans la graine au moment de la récolte de la plantule}\end{array}\right\}}$$

Les résultats observés réunis dans le Tableau ci-dessous sont remarquablement démonstratifs :

Nature de la graine.	Composition des matières organiques de la graine. Protéiques.	Extractifs non azotés.	Graisses.	Nombre de déterminations.	Rendement énergétique pour 100. Valeur moyenne.	Valeurs extrêmes.
Sorgho.....	7,75	73,06	2,37	5	74,18	73,49 à 74,76
Lentille....	26,43	54,08	2,28	12	62,68	60,86 à 65,60
Pois.......	25,09	49,04	1,23	5	61,99	61,00 à 63,82
Arachide...	26,32	14,09	50,22	14	53,71	50,80 à 56,90
Lin........	23,09	21,79	35,90	5	52,17	50,89 à 53,00

Le rendement énergétique très élevé chez le Sorgho, plus faible chez la Lentille et le Pois, mais identique chez ces deux graines ayant même com-

position, plus faible encore, mais également identique chez l'Arachide et le Lin, dont la composition est voisine, dépend non de l'espèce, mais de la constitution des réserves de la graine.

De tels résultats peuvent peut-être nous permettre en outre de comprendre le mécanisme d'un phénomène de nutrition animale qui, de prime abord, peut paraître très éloigné : l'*action dynamique spécifique*. On sait depuis Rubner que, si, chez un homéotherme au point de neutralité thermique, on essaye de couvrir les dépenses énergétiques avec des protéiques, des graisses ou des hydrates de carbone, cette couverture ne peut se faire sans dépense supplémentaire d'énergie sous forme de chaleur que dans le cas d'administration des hydrates de carbone. Le même fait s'observe chez les poïkilothermes (Weiss). L'explication de ce phénomène reste très discutée (travaux de Graham Lusk). Pour Rubner, il est dû au double fait que : 1° la cellule ne peut consommer que du glucose; 2° les réactions de transformation des protéiques et des graisses en glucose sont accompagnées par une perte de chaleur dont ne peut bénéficier un organisme qui ne règle pas sa température.

La première partie de cette explication (transformation préalable nécessaire des aliments ou des réserves en glucose) ne peut être vérifiée que chez l'animal. Par contre, si la seconde partie est exacte, partout où nous trouverons chez des êtres vivants n'ayant pas besoin de chaleur pour régler leur température, une transformation certaine de graisses ou de protéiques en hydrates de carbone, nous devrons constater simultanément une perte d'énergie.

Or, la germination est précisément une transformation de cette nature, la plantule étant essentiellement constituée par de la cellulose. Et nous voyons en effet que si l'on part des hydrates de carbone (Sorgho) le rendement est très élevé, il atteindrait sans doute un taux très voisin de l'unité si l'on pouvait calculer le rendement net. Ce rendement s'abaisse considérablement, de 74 à 63 pour 100 lorsque 20 pour 100 environ des hydrates de carbone de la graine sont remplacés par des protéiques (pois et lentille); il s'abaisse davantage encore lorsque les réserves de la graine sont en majorité constituées par des protéiques et des graisses (arachide et lin).

Ainsi l'*action dynamique spécifique*, loin d'être un phénomène limité, ne serait qu'un cas particulier d'une loi de Physiologie générale : elle exprimerait uniquement le rendement énergétique des réactions de transformation des protéiques et des graisses en hydrates de carbone.

Des expériences actuellement en cours, dans lesquelles nous nous effor-

çons de faire développer soit des moisissures, soit des plantules isolées sur un unique aliment organique (sucre, albumine ou graisse) viendront montrer si notre manière de voir est exacte et si la perte d'énergie observée est bien de même grandeur que celle constatée lors de l'alimentation de l'homéotherme à l'état de neutralité thermique.

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la nature et de la quantité des glucides présents dans une ration privée de facteur B sur la précocité de l'apparition des accidents de la polynévrite aviaire.* Note de Mme **L. Randoin** et M. **H. Simonnet**, présentée par M. E. Leclainche.

Braddon et Cooper (*Journ. of Hyg.*, 1914, v. 14, p. 331), puis Funk (*Zeits. f. physiol. Chem.*, 1914, v. 89, p. 378) ont constaté que les Pigeons nourris de *riz poli* présentent d'autant plus rapidement des crises de polynévrite que la quantité de riz consommée est plus importante; et Funk, en faisant prédominer tantôt l'un, tantôt l'autre des constituants d'un régime artificiel (sans facteur B), a observé que les accidents se produisaient avec le maximum de rapidité lorsque les glucides entraient en forte proportion (72 pour 100) dans la ration, laquelle n'était que de 12g,50 par jour.

Au cours de nos recherches, faites en utilisant des régimes définis, complets, aussi équilibrés que possible, nous avons de même constaté — chacun de notre côté — de fréquentes irrégularités; mais, tandis que l'un de nous, en employant une ration quotidienne théoriquement suffisante au point de vue énergétique, n'arrivait pas à maintenir le poids de ses Pigeons carencés, l'autre, avec des rations beaucoup plus fortes, réussissait à éviter l'amaigrissement précédant les crises. C'est afin de trouver la raison de ces contradictions que nous avons entrepris de nouvelles recherches.

Partant du fait signalé par Magne et Simonnet (*Bull. Soc. Chim. Biol.*, t. 4, 1922, p. 419) que l'utilisation des glucides, au cours de l'avitaminose B, est très imparfaite (Q. R = 0,70), nous avons constaté, par l'examen microscopique et l'analyse chimique des excréments, que ceux-ci renferment une quantité considérable de fécule non digérée. Il s'ensuit que nos *régimes artificiels*, complets et *théoriquement* bien équilibrés, deviennent *pratiquement* mal équilibrés et, de plus, insuffisants au point de vue énergétique (sauf dans le cas où la ration est particulièrement surabondante). Notre attention dès lors fixée sur ce point, nous avons poursuivi nos recherches en utilisant le *régime artificiel* suivant (théoriquement équilibré), *privé uniquement de facteur B.*

Muscle (7,5), caséine (8,5), privés de facteur B	16
Graisse de beurre	4
Fécule de pommes de terre	66
Agar-agar (8), papier filtre (2)	10
Mélange de sels (« artificial protein free milk » d'Osborne et Mendel).	4

1° Nous avons fait absorber aux Pigeons, par gavage, une quantité journalière de cette ration telle que les protides et les lipides y existent en quantité suffisante pour couvrir *à eux seuls* les besoins énergétiques, en admettant qu'une petite proportion de glucides seulement se trouve assimilée.

2° Partant de cette ration quotidienne, *en apparence surabondante*, nous avons eu l'idée de substituer à la fécule un poids égal d'autres glucides de moindre complexité : fécule cuite, dextrine, glucose, etc., puis de réduire peu à peu la *ration journalière totale*, jusqu'à la rapprocher de la quantité théoriquement suffisante au point de vue énergétique.

Résultats généraux. — 1° Les 12 Pigeons qui ont reçu chaque jour 50^g *de fécule*, soit 75^g de nourriture totale (quantité énorme) *n'ont pas diminué de poids* et *les accidents de la polynévrite ne se sont manifestés chez eux qu'au bout d'un temps extrêmement long :* dans l'exemple choisi, 3 mois et demi ! (1re courbe du graphique).

2° Avec 20^g *de fécule* par jour (30^g de ration totale), on observe une *baisse lente du poids* et les accidents se produisent vers la fin du deuxième mois (2e et 3e courbes).

3° Lorsqu'on remplace, dans le régime, la fécule par un même poids de *dextrine*, il est impossible de faire digérer aux Pigeons l'énorme dose de 75^g de nourriture (renfermant 50^g de dextrine). Il faut diminuer fortement la ration. En donnant 20^g *de dextrine* par jour, soit 30^g d'aliments (valeur énergétique largement suffisante), on observe nettement :

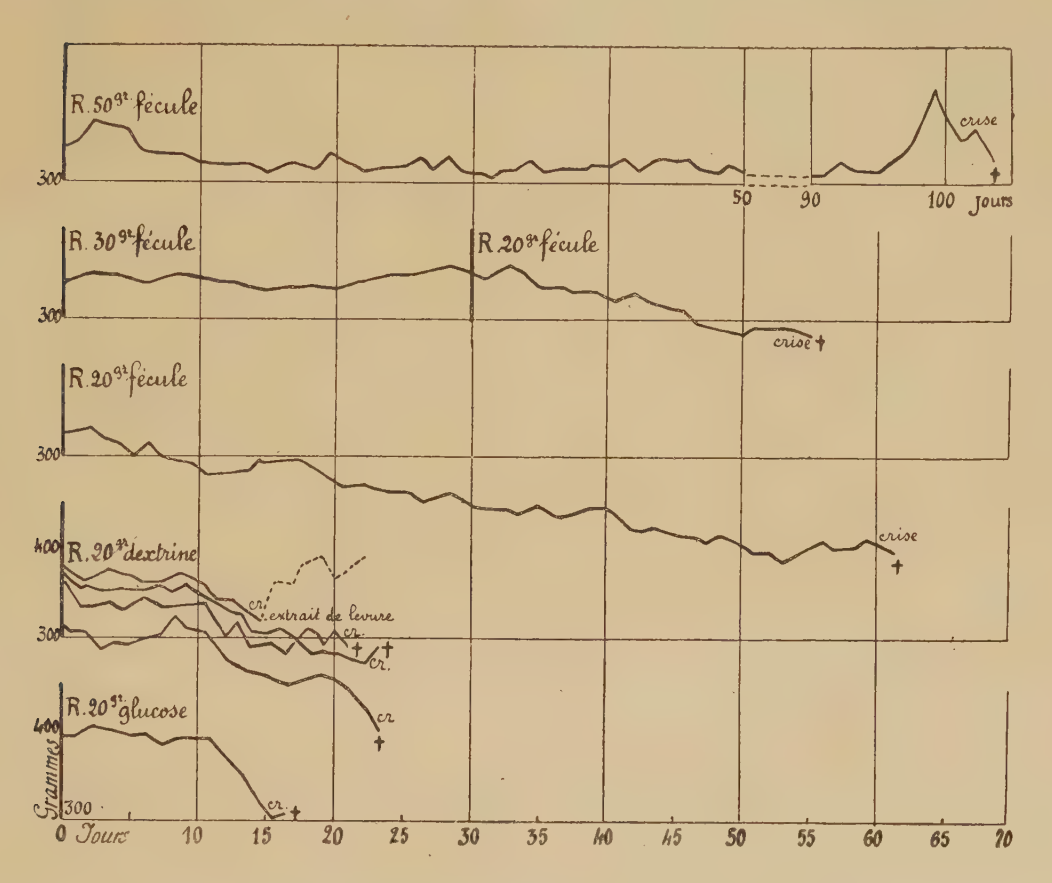
a. Que *le poids baisse notablement* au bout d'une dizaine de jours;

b. Que *les accidents de la polynévrite se produisent très rapidement et d'une manière constante :* au bout de 20 jours en moyenne ($\pm$ 5 jours).

4° Avec le *glucose*, les résultats sont les mêmes qu'avec la dextrine.

Interprétation. — Lorsque les Pigeons reçoivent chaque jour les 75^g de nourriture contenant 50^g de fécule, ils vivent principalement aux dépens des 15^g de lipides et de protides que renferme alors leur ration; la fécule n'étant que peu utilisée, l'apparition des accidents se trouverait de ce fait singulièrement retardée. Lorsque l'amidon cru est remplacé par la dextrine ou le glucose, la meilleure assimilation de ces glucides se manifeste par un besoin moindre de nourriture, mais détermine en revanche l'apparition extrêmement rapide de la crise précédant la mort.

Et nous pouvons expliquer ainsi les différences de nos résultats isolés : l'emploi du régime artificiel à base de *fécule crue* (*Bull. Soc. scientif. Hyg. alim.*, t. IX, 1921, p. 74) permet d'obtenir des courbes analogues à la première courbe du graphique ci-dessous; avec l'autre régime sans facteur B,



qui contenait 54 pour 100 d'*amidon légèrement cuit* et 4 pour 100 de *sucre* (*Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1250), les courbes de poids se trouvent exactement intermédiaires entre la troisième courbe et les cinq dernières courbes ci-dessus. Enfin il est probable que les accidents signalés par A. Lumière (*Bull. Acad. Méd.*, 30 nov. 1920, p. 274), *malgré* l'addition de levure, étaient en relation avec la présence dans son régime (très insuffisant d'ailleurs) d'un *excès* de glucides : 86 pour 100, dont le tiers sous forme de glucose!

Conclusions. — 1° Pour constituer un régime artificiel en vue de l'étude physiopathologique d'une maladie par carence, on doit avant tout tenir

compte de l'*utilisation digestive* de chacun des principes alimentaires qui le composent. Dans le cas de l'avitaminose B, on voit que c'est bien l'utilisation digestive — différente selon *la nature des glucides* — qui conditionne l'évolution des accidents.

2° Ces recherches tendent en outre à donner une base expérimentale à cette notion que la grandeur du besoin en facteur B n'est pas absolue, fixe, dépendant de l'animal lui-même, mais qu'elle est *relative* et en rapport direct avec le degré d'utilisation d'un ou de plusieurs éléments d'une ration, en particulier avec *la quantité des sucres assimilés*.

BIOLOGIE. — *Sur la biologie de deux Hyménoptères parasites de la Pyrale de la vigne*. Note de M. **Paul Voukassovitch**, présentée par M. Henneguy.

Au cours des étés 1922 et 1923, en étudiant les parasites des chenilles de la Pyrale de la vigne dans la région de Carbonne (Haute-Garonne) envahie par cet insecte depuis une douzaine d'années, j'ai constaté parmi eux la présence de plusieurs Hyménoptères, dont deux espèces semblent n'avoir jamais été signalées jusqu'ici comme parasitant la Pyrale. Ce sont *Goniozus claripennis* (Först), du groupe des Proctotrypides, et *Angitia fenestralis* (Holmgr.) du groupe des Ichneumonides (détermination de M. le Dr Ferrière).

La première espèce est très voisine de *Goniozus Audouini* (Westw.), déjà signalée par Audouin, mais elle s'en distingue de suite par sa taille plus petite et par la structure de son corps qui est légèrement rugueux, pointillé, tandis qu'il est tout à fait lisse chez le *Goniozus Audouini*.

La deuxième espèce, *Angitia fenestralis*, a été signalée comme parasite de la Cochylis en Russie, mais je n'ai pu la trouver sur aucune liste de parasites de la Pyrale, en France.

Goniozus claripennis semble jouer un rôle plus important dans la destruction des chenilles de Pyrale. Dans mes observations faites en 1923, j'ai constaté que, sur plusieurs centaines de chenilles de Pyrale recueillies aux divers stades de la vie larvaire, il y eut environ 5 pour 100 de larves parasitées par *Goniozus claripennis* et 1 pour 100 par *Angitia fenestralis*.

Je n'ai pu obtenir cette dernière espèce que de chenilles au-dessous de 12 à 13mm environ de longueur, et les essais faits au laboratoire pour la mul-

tiplier sont toujours restés infructeux. Les femelles s'accouplèrent à plusieurs reprises en peu de temps, ce qui est rare chez les Ichneumonides (les mâles au contraire s'accouplent plusieurs fois), mais jamais aucune chenille mise en leur présence ne fut parasitée.

Par contre, *Goniozus claripennis* s'attaque aux chenilles de toutes les grosseurs, aussi bien très jeunes, que déjà parvenues à la taille définitive. L'élevage artificiel de cette espèce ne présente aucune difficulté particulière. La femelle, pour pondre, pénètre peu à peu, très lentement, dans le fourreau de la chenille de Pyrale, et, une fois à l'intérieur, saute brusquement sur elle, s'y agrippe et lui enfonce son court stylet terminal dans le corps [1]. Presque aussitôt, la chenille est insensibilisée et reste immobile durant 2 à 3 heures, après lesquelles elle se réveille assez brusquement, se file un nouveau fourreau et continue à manger jusqu'à l'éclosion des œufs déposés à la surface de son corps. La ponte est toujours précédée par un acte de nutrition, l'Hyménoptère aspirant longtemps le liquide s'écoulant de la blessure de la chenille. Il retire parfois celle-ci complètement de son fourreau en se servant de ses mandibules, et la dispose pour pouvoir pondre à son aise. Le nombre d'œufs pondus sur une chenille varie de 1 à 8. Tous sont profondément incrustés dans la peau de la chenille, sur la surface dorsale, souvent placés symétriquement, deux par deux, par anneau. Les pontes se suivent d'un jour à l'autre, pendant longtemps : une femelle a ainsi pondu 77 œufs en 1 mois. J'ai toujours vu les œufs pondus par les femelles tenues isolées des mâles être féconds et produire uniquement des mâles. Les larves, après leur sortie des œufs, restent fixées à l'endroit même où l'œuf avait été déposé. L'extrémité antérieure de leur corps est terminée par un suçoir qui reste enfoncé dans le corps de la chenille. En absorbant ainsi les humeurs de celle-ci, la larve grossit très vite. La croissance larvaire se produit en présentant les mêmes particularités qu'Audouin a décrites chez *Goniozus Audouini* [2]. L'absorption de la nourriture est terminée après trois jours environ, puis les larves abandonnent la chenille, se tissent un cocon et se transforment en nymphes vers le 13e jour qui suit la naissance. L'éclosion de l'insecte parfait a lieu vers le 19e jour. Dans les produits d'une ponte provenant d'une femelle fécondée, les mâles

---

(1) M. Delmas a aussi vu l'insecte s'attaquer brusquement à une grosse chenille sortie de son fourreau, la maîtriser et la piquer.

(2) Audouin, *Histoire des insectes nuisibles à la vigne, et en particulier de la Pyrale de la vigne* (Paris, 1842).

éclosent toujours plusieurs heures avant les femelles, pénètrent dans les cocons de celles-ci, lorsqu'elles se sont débarrassées de la mue nymphale et les fécondent.

Il semble que les femelles acceptent plusieurs fois les mâles. Je n'ai jamais pu observer l'accouplement en dehors du cocon.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la caractérisation biochimique du galactose dans un mélange renfermant galactose et arabinose.* Note de MM. **Marc Bridel** et **Jean Charpentier**, présentée par M. L. Guignard.

Bourquelot et Bridel ont eu, les premiers, en 1920, l'idée de caractériser un sucre réducteur par un procédé biochimique [1]. Leur procédé s'applique au glucose et utilise la réaction synthétisante qu'exerce l'émulsine des amandes sur ce sucre en solution alcoolique.

Mais l'émulsine des amandes peut exercer aussi son action synthétisante sur le galactose. Il nous a semblé que l'on pourrait mettre à profit cette action pour caractériser le galactose dans un mélange de produits réducteurs. Il n'existe pas, en effet, de réaction chimique absolument spécifique de ce sucre : la dulcite et l'acide galacturonique donnent de l'acide mucique, tout comme le galactose, quand on les oxyde par l'acide azotique dilué et l'on sait, depuis les travaux d'Ehrlich en 1917 [2], que l'acide galacturonique se rencontre dans les produits d'hydrolyse des pectines. La formation d'acide mucique par oxydation des pectines par l'acide azotique ne prouvait donc pas que les pectines renfermaient du galactose.

Pour ne pas compliquer le problème que nous voulions résoudre, nous avons limité nos expériences aux mélanges de galactose et d'arabinose, mélanges que l'on peut rencontrer dans les produits d'hydrolyse d'un certain nombre de composés naturels, gommes, pectines, etc.

Nous avons employé l'alcool éthylique à 70° dans lequel l'émulsine exerce facilement son action synthétisante sur le galactose et dont le galactoside β est un produit bien cristallisé et de propriétés connues.

Nous avons d'abord effectué deux expériences sur les sucres purs :

---

(1) *Recherche et caractérisation du glucose dans les végétaux par un procédé biochimique nouveau* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 631).

(2) *Apoth. Zeit.*, 1917.

		Solution I.	Solution II.
Galactose pur		1^g	1^g
Arabinose pur		»	1^g
Alcool à 70^c	q. s. p.	100^{cm^3}	100^{cm^3}

On a ajouté, dans chaque solution, 1^g d'émulsine et l'on a mis les flacons à l'étuve à $+37^o$. On a suivi la marche de la réaction en dosant le sucre réducteur à intervalles réguliers. On a renouvelé le ferment le quinzième, le trentième et le cinquantième jour de l'expérience. En 71 jours, l'émulsine a combiné $0^g,511$ de sucre réducteur dans la solution I et $0^g,553$ dans la solution II. Ces deux chiffres sont assez rapprochés pour que l'on puisse envisager comme possible la caractérisation du galactose par l'émulsine, en présence d'arabinose.

Dans une autre série d'expériences, on a fait agir l'émulsine sur deux autres solutions dans l'alcool à 70^c, dont l'une (solution III) renfermait, pour 100^{cm^3}, 1^g de galactose et 5^g d'arabinose et dont l'autre (solution IV) renfermait, pour 100^{cm^3}, 2^g d'arabinose et pas de galactose. On a renouvelé le ferment tous les dix jours, si bien qu'en quatre mois, on a fait agir, par fractions de $0^g,50$, 6^g d'émulsine dans chaque solution.

On a constaté qu'en quatre mois il y avait eu, dans la solution III, une diminution de $1^g,510$ de sucre réducteur, alors que cette solution ne renfermait que 1^g de galactose. Dans le même temps, la proportion d'arabinose avait diminué, dans la solution IV, de $0^g,515$. Il ne peut y avoir de doute à cet égard : sous l'action de l'émulsine, il a disparu une assez forte proportion de l'arabinose en solution, qui a dû se combiner à l'alcool. Mais cette combinaison est très lente; elle exige en outre, pour être mise en évidence, l'emploi d'une quantité considérable de ferment, ce qui explique pourquoi elle avait passé inaperçue jusqu'ici.

Cette combinaison, ne se faisant que dans des conditions spéciales, ne peut pas gêner la caractérisation du galactose mélangé à l'arabinose : il suffira de ne pas faire traîner les essais en longueur et, surtout, de ne pas renouveler le ferment trop souvent.

Afin de voir si notre procédé était d'une application facile, nous avons opéré sur les produits de l'hydrolyse acide de la gomme arabique qui contiennent, comme on le sait, du galactose et de l'arabinose.

Dans une solution de ces produits, dans l'alcool à 70^c, l'émulsine a fait

passer, en trois mois, la quantité de sucre réducteur de $4^g,610$ à $3^g,621$ pour 100^{cm^3}, soit une diminution de $0^g,989$. Cette diminution du pouvoir réducteur ne peut être qu'une indication de la présence du galactose dans le mélange et, pour affirmer cette présence, il faut, nécessairement, obtenir à l'état cristallisé le produit de la réaction, l'éthylgalactoside β. Pour cela, il a fallu éliminer les sucres réducteurs au moyen de l'acide cyanhydrique en présence de traces d'ammoniaque et précipiter par l'extrait de Saturne les acides qui s'étaient formés. Nous avons suivi le procédé décrit par l'un de nous [1].

L'éthylgalactoside β, obtenu à l'état cristallisé, possédait un pouvoir rotatoire de $\alpha_D = -4°,40$ ($p = 0,2270$; $v = 10$; $l = 2$; $\alpha = -12'$). Il fondrait au bloc Maquenne à $+159°$-$160°$ et il était hydrolysé par l'acide sulfurique à 3 pour 100 à chaud en donnant un sucre réducteur fortement dextrogyre.

Ainsi la caractérisation biochimique du galactose en présence d'arabinose est possible en opérant en solution dans l'alcool à 70^c. L'extraction à l'état cristallisé du produit de la réaction, l'éthylgalactoside β, apporte la preuve irréfutable de la présence du galactose dans le liquide en expérience.

Grâce à ce procédé, on a maintenant une réaction spécifique du galactose que l'on pourra mettre à profit pour la caractérisation de ce sucre dans les mélanges où l'on ne pouvait jusqu'ici que soupçonner sa présence.

PROTISTOLOGIE. — *Sur un Infusoire cilié homocaryote à vie libre. Son importance taxonomique.* Note [2] de M. **André Lwoff**, présentée par M. F. Mesnil.

Tous les infusoires étudiés jusqu'à ce jour (sauf quelques types parasites, Opalines, *Fœttingeria*, etc.) ont montré un appareil nucléaire constitué par un macronucléus et un micronucléus différenciés morphologiquement

---

(1) J. Charpentier, *Sur l'extraction de l'éthylgalactoside β en présence de fortes proportions de sucres réducteurs* (*Journ. Pharm. Chim.*, 7e série, t. 27, 1923, p. 368).

(2) Séance du 29 octobre 1923.

et physiologiquement, l'un assurant les fonctions de nutrition, l'autre jouant surtout un rôle important dans les phénomènes de la sexualité.

Nous avons observé, à Roscoff et à Banyuls, un infusoire marin à vie libre dont le noyau est foncièrement différent de celui des autres ciliés. Cet infusoire appartient au genre *Stephanopogon*.

Stephanopogon Colpoda Entz 1884 se présente comme un ovoïde aplati sur lequel s'insère asymétriquement un col terminé par la fente buccale. La bouche, fermée dans l'intervalle des ingestions, est entourée de quatre membranelles ondulantes terminées en pointe et donne accès dans un pharynx garni de trichites. Les deux faces portent des stries ciliaires, mais la face ventrale seule est ciliée. L'infusoire rampe ou nage. Plusieurs caractères différencient notre *Stephanopogon* de *St. Colpoda :* prolongement sur le col, jusqu'à la bouche, des stries ciliaires de la face ventrale, obliquité particulière des stries du système dorsal, forme plus arrondie des membranelles adorales; nous l'appellerons *Stephanopogon Mesnili*.

La multiplication des *S. Mesnili* a lieu sous un kyste. Les individus sortant du kyste présentent tous deux noyaux ([1]). Mais ce ne sont pas un macronucléus et un micronucléus. Ce sont deux noyaux identiques, sphériques, à gros caryosome, sans chromatine périphérique colorable, en un mot des protocaryons ([2]).

La division nucléaire est une promitose typique (les figures sont particulièrement nettes en raison de la taille relativement grande des noyaux) : allongement du caryosome, suivi de son étranglement; formation d'un fuseau achromatique sur lequel apparaît une plaque équatoriale oxychromatique qui se scinde en deux plaques filles; étirement de la partie intercalaire du fuseau suivi de son étranglement et de la séparation, puis de la reconstitution des noyaux fils. (Remarquons qu'il y a chez *St. Mesnili*, comme chez *Amœba diplomitotica*, deux variétés de promitose qui seront étudiées dans un Mémoire détaillé.)

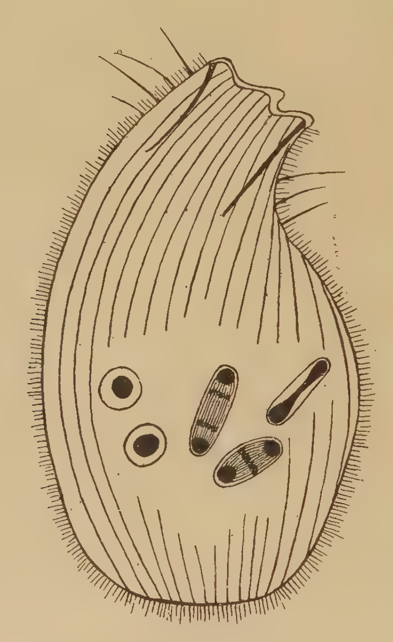
L'infusoire se nourrit de diatomées, cryptomonadines, etc. Pendant que

---

([1]) Entz n'ayant pas eu de réparations colorées de *S. Colpoda* n'a pu voir avec certitude son appareil nucléaire.

([2]) Le caryosome montre, comme chez beaucoup de protistes, des remaniements cycliques. A certains stades, la chromatine se présente en coupe optique sous forme d'un anneau, et l'on aperçoit, dans l'espace clair central, un grain coloré, probablement un centriole. Mais n'ayant pu voir de centrodesmose à la division, nous ne pouvons affirmer sa nature centrosomienne.

sa taille augmente, les noyaux se divisent un certain nombre de fois (voir la figure).



Stephanopogon Mesnili n. sp. × 1600.

Lorsque la croissance est achevée, l'infusoire s'enkyste (enveloppe mince, diamètre 40 à 55$^{\mu}$) et bourgeonne aux dépens d'une moitié longitudinale de la face dorsale des individus-fils (une dizaine environ). Nous n'avons pu voir s'ils ont, dès le bourgeonnement, deux noyaux, ou bien si ces deux noyaux proviennent de la division d'un noyau unique, immédiatement après le bourgeonnement; nous inclinons toutefois vers la deuxième hypothèse. Nous n'avons pas vu de conjugaison ou de phénomènes pouvant s'interpréter comme des phénomènes sexuels.

L'étude de *S. Mesnili* nous amène tout naturellement à discuter ici le problème de la valeur des caractères au point de vue de la classification des Protozoaires. Beaucoup d'auteurs attachent à la structure nucléaire une importance considérable; certains vont même jusqu'à considérer une structure nucléaire donnée comme caractéristique d'un groupe. C'est ainsi que, dans le système de Hickson, les Protozoaires sont divisés en Homocaryotes et Hétérocaryotes (Infusoires). Dans un tel système, *Stephanopogon*, et d'une manière générale tous les infusoires chez lesquels on trouvera un protoca-

ryon, devraient rentrer dans les Homocaryotes. On classerait ainsi, dans deux sous-embranchements différents, des infusoires qui, si l'on ne considère que leur revêtement ciliaire, appartiendraient à la même famille. Dans le système de Doflein (Plasmodromes et Ciliophores), le caractère distinctif est l'appareil locomoteur; mais cet auteur considère qu'après les cils, le caractère important des Ciliophores est la structure particulière de l'appareil nucléaire. Le cas de *Stephanopogon* montre, à notre avis, que cette structure ne doit pas entrer en ligne de compte dans leur définition et que l'on a tort d'opposer, de façon absolue, les Plasmodromes aux Ciliophores.

En effet, si, comme on l'admet généralement, les Flagellés autotrophes sont la souche de tous les autres protozoaires, il n'est pas douteux que des Flagellés ont pu, par une évolution parallèle à celle des Trichonymphines, donner des Infusoires. Dans la majorité des formes, en même temps que l'évolution de l'appareil locomoteur, se serait faite l'évolution de l'appareil nucléaire ayant abouti au dualisme d'ordre trophogénérateur que l'on ne trouve que chez les Infusoires. Dans certains cas cependant, l'évolution de l'appareil nucléaire ne se serait pas produite et des Infusoires (*Stephanopogon*) peuvent montrer un noyau primitif (¹) comme ceux que l'on trouve chez les Flagellés, noyau qui est à notre avis la marque de l'origine flagellée des Infusoires.

PARASITOLOGIE. — *Développement de l'œuf et embryon du Cyathocéphale, parasite de la Truite.* Note de Mlle **M. Gauthier**, présentée par M. F. Mesnil.

Le cycle évolutif de la plupart des Bothriocéphalides d'eau douce est maintenant connu grâce aux recherches de Janicki et Rosen (1917) et surtout de Rosen (1918 et 1919). Cependant celui du Cyathocéphale (*C. truncatus* Pall.) n'a pas été jusqu'ici complètement élucidé.

On sait, depuis le travail de Wolf (1906) et la Note de Léger (1908), que la Crevette d'eau douce (*Gammarus pulex* L.) est pour ce parasite un hôte intermédiaire qui transmet directement aux Salmonides et autres poissons carnassiers d'eau douce le plérocerque déjà sexualisé qui se transforme rapidement en Cyathocéphale adulte dans leur tube digestif. Kramer, en 1892, a donné la description de l'œuf fécondé; mais jusqu'ici, et malgré

(¹) Il nous paraît difficile de concevoir cette structure comme n'étant pas primitive.

les nombreux essais de Wolf, on n'a pas réussi à en suivre le développement et par conséquent l'embryon est resté inconnu.

Grâce à un matériel abondant provenant d'un de nos bassins alpins de Salmoniculture, riche en Crevettes, et dans lequel toutes les Truites se montraient fort amaigries en raison d'une forte infection de Cyathocéphales, nous avons pu disposer d'un nombre considérable d'œufs et tenter à notre tour d'en suivre l'évolution.

On sait que les Cyathocéphales, fixés dans les cæcums pyloriques de la Truite, pondent des œufs non encore segmentés qui sont entraînés dans l'intestin, puis éliminés à l'extérieur. Ces œufs sont ovoïdes, de 40 à 50 μ de long sur 33 à 35 μ de large, avec une paroi jaunâtre, et présentent, à l'un des pôles, un petit bouton légèrement excentrique. A l'intérieur, la cellule ovulaire claire, encore indivise, est entourée de cellules vitellines granuleuses.

Selon la méthode que nous a indiquée le D[r] Rosen, nous avons placé les œufs sous une mince couche d'eau à la température de 17° C. Après plusieurs essais infructueux au cours desquels les œufs dégénéraient lentement sans cause apparente, nous avons enfin réussi à en obtenir le développement et à observer l'embryon à sa sortie.

Dès les premiers jours, la cellule-œuf commence à se diviser pour donner, au bout de 15 jours, une masse embryonnaire occupant à peu près le tiers de l'œuf et formée de 20 à 30 cellules petites et claires dont une cependant paraît toujours plus grosse. Cette masse est entourée encore des cellules vitellines granuleuses qui commencent à se liquéfier. Au bout de 20 jours d'incubation, l'embryon, complètement formé, montre ses crochets. A ce







Œuf embryonné (*in vivo*), déhiscence et embryon (après coloration) de *Cyathocephalus truncatus*. × 500.

moment, l'œuf mûr paraît presque transparent et présente nettement une ligne de déhiscence transversale délimitant une calotte operculaire opposée au pôle portant le bouton réfringent. Nous n'avons observé cette ligne,

indiquée cependant par Wolf dès les premiers stades, que sur des œufs mûrs ou dégénérés.

A l'intérieur de l'œuf, la masse claire de l'embryon occupe les deux tiers de la cavité et se trouve du côté opposé au couvercle, tandis que l'autre extrémité montre le résidu vitellin granuleux au-dessous duquel se voient, symétriquement disposés, deux petits amas de cristaux entourés d'une vacuole et représentant sans doute des produits d'excrétion embryonnaire. Une fois nous avons observé un œuf renfermant deux embryons jumeaux parfaitement développés.

Si l'on exerce une légère pression sur l'œuf mûr ou mieux si on le place dans du suc gastrique de *Gammarus*, le couvercle se soulève et l'embryon s'échappe, chassant devant lui les déchets vitellins et les excrétats.

A l'éclosion, l'embryon, presque transparent et réfringent, présente deux régions bien distinctes : la région acanthophore globuleuse de 23 à 25 μ de long sur 18 à 21 μ de large, suivie d'une région plus étroite ou caudale de 30 à 35 μ de long sur 12 μ de large, et repliée sous la première dans l'œuf. La région acanthophore présente de nombreux noyaux épars et particulièrement tassés vers la base des crochets. Ceux-ci, disposés en 3 paires divergentes, sont formés d'une longue hampe de 8 à 10 μ terminée par une griffe de 4 à 5 μ bien plus largement ouverte que celle du Bothriocéphale et à la base de laquelle se trouve un petit crochet secondaire. Dans la région caudale, les noyaux, plus gros et moins nombreux, sont disposés d'abord en deux files, puis en une seule file régulière.

Malgré toute notre attention, nous n'avons jamais vu trace de cils sur l'embryon. Cette absence de cils est importante à signaler. En effet, par les caractères de l'œuf (coque épaisse avec couvercle polaire, vitellus abondant), par le fait que le développement embryonnaire ne commence qu'après l'arrivée de l'œuf dans l'eau, le Cyathocéphale devrait appartenir, d'après Rosen (1918), au groupe des Bothriocéphalides à embryon cilié.

De plus, l'absence de couverture ciliée implique celle de stade nageur ou flottant et par conséquent est défavorable à l'absorption de l'embryon par des Microcrustacés pélagiques qui d'ailleurs n'existent pas dans les eaux rapides où nous trouvons constamment des Truites infestées. Comme d'autre part les Crevettes sont des animaux de fond se nourrissant de déchets organiques, il y a toute chance pour qu'elles absorbent ainsi directement les œufs embryonnés de Cyathocéphale qui s'ouvrent, comme nous l'avons vu, au contact de leur suc gastrique.

Pour toutes ces raisons, il ne nous paraît pas douteux, comme le pense Wolf, que la Crevette d'eau douce est l'unique hôte intermédiaire du Cyathocéphale. Nous essaierons d'en apporter la preuve par une nouvelle série d'expériences.

BACTÉRIOLOGIE. — *Du double rôle des plaques chauffantes dans les appareils de stérilisation des liquides en circulation continue.* Note (¹) de M. **Henri Stassano**, présentée par M. Roux.

L'un des appareils que j'ai imaginés pour réaliser la stérilisation des liquides par la chaleur en circulation continue sous couche mince (²), grâce à l'écartement minime de $\frac{1}{100}$ de millimètre (dix hauteurs environ de microbes) auquel l'une de ces surfaces chauffantes est distante de l'autre surface, se comporte comme un viscosimètre très précis, en ce sens que le débit des liquides qui le traversent varie régulièrement selon leur degré différent de viscosité ou selon qu'ils y accomplissent une traversée simple ou double, la pression étant la même.

Cependant, par son mode particulier de fonctionnement à des températures différentes, supérieures à celle du laboratoire, il fournit des données non moins précises d'un autre ordre, sous la dépendance néanmoins de la viscosité de l'adhésion capillaire et de la tension superficielle.

Si l'on y fait passer une émulsion microbienne légère, sous la pression constante de 1^{kg} d'azote, on note que la température prise par l'émulsion, dans la traversée simple ou double de l'appareil, est quelque peu inférieure à celle de l'eau du bain-marie où il est immergé. Au fur et à mesure que l'épaisseur de l'émulsion, c'est-à-dire sa richesse en microbes par centimètre cube augmente, la valeur de cet écart croît parallèlement, ainsi que le montre nettement le Tableau ci-contre. J'y ai consigné les résultats de trois différentes séries d'observations recueillies en 1917-1918.

Le fait qui se dégage nettement de la comparaison des chiffres mis en regard dans les trois colonnes de ce Tableau est que, dans les limites des expériences, plus une émulsion met de temps à traverser l'appareil, soit qu'elle renferme un plus grand nombre de microbes, soit qu'elle ait à y

(¹) Séance du 29 octobre 1923.

(²) *Comptes rendus*, 2 juin 1915 et 2 juillet 1917.

Écarts entre la température du bain-marie et la température de l'émulsion (paratyphique B) après la traversée simple ou double de l'appareil.

Traversée simple, parcours : 25cm.							Traversée double, parcours : 50cm.			
Teneur de l'émulsion en microbes : 3 milliards et demi par centimètre cube; débit : 20 litres à l'heure.				Teneur de l'émulsion en microbes : 25 milliards par centimètre cube; débit : 13 à 14 litres à l'heure.			Teneur de l'émulsion en microbes : 28 milliards par centimètre cube; débit : 6lit,20 à l'heure.			
Température		Résultat bactériologique. — Ensemencement		Température		Résultat bactériologique. —	Température		Résultat bactériologique. — Ensemencement	
bain-marie.	émulsion à la sortie.	en bouillon.	en boîtes de Pétri.	bain-marie.	émulsion à la sortie.	Ensemencement en bouillon.	bain-marie.	émulsion à la sortie.	en bouillon.	en boîtes de Pétri.
75°	73°	0	0	78°	73°,5	0	77°	64°	0	0
73	72	0	0	77	73,2	0	74	63,2	0	0
71,5	70	0	0	75,5	72	0	73	63	0	0
69,5	68,5	+	0	74,5	71	0	71	62	0	0
67	65	+	0	74	69	+	69	59,5	+	55000 col.
62	61	+	3 col.	72,5	68	+	68	58	+	120000 »
60	59	+	101 »	70,5	66,5	+				
	?	+	629 »	69,5	65,5	+				

parcourir un trajet double, moins elle se chauffe. Le contraire devrait se produire.

La chaleur spécifique de l'albumine étant à peu près celle de l'eau, ce fait, en apparence paradoxal, ne peut tenir sûrement à ce que les microbes retiendraient, dans ces deux cas, une plus forte proportion de chaleur, aux dépens du liquide dans lequel ils baignent.

La seule explication vraisemblable, en tout point conforme aux lois de la physique, est, je crois, que les microbes, fortement attirés par l'adhésion capillaire exercée sur eux par les parois métalliques entre lesquelles ils circulent, se rapprochent de plus en plus de celles-ci. Il doit en résulter une sorte de calfeutrage mouvant des plaques chauffantes, gênant nécessairement le libre jeu des courants de convection de la chaleur qui s'en dégagent. Dans ces circonstances, les microbes sont atteints plus directement par la température de stérilisation, alors que le liquide environnant en ressent moins les effets.

Telle doit être, d'ailleurs, ce me semble, l'explication des résultats si favorables auxquels je suis parvenu grâce à ce système de stérilisation, notamment avec un liquide organique tel que le lait, si difficile à conserver à cause de la très grande résistance de quelques-unes des espèces microbiennes qui le souillent habituellement et à cause de son extrême fragilité au chauffage. On y réussit en le traitant par la chaleur en couche mince, pendant un laps de temps minime, et on lui conserve ainsi son goût délicat, sa couleur naturelle, et, sans modifications appréciables, sa composition chimique et sa valeur alimentaire.

A $16^h 15^m$, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 30^m$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES D'OCTOBRE 1923.

Contributions to the biology of the Philippine archipelago and adjacent regions. *Ophiurans of the Philippine seas and adjacent waters*, par RENÉ KŒHLER. Washington, government printing office, 1922; 1 vol. 24^{cm}. (Présenté par M. Joubin.)

Guides aux collections de plantes vivantes. *Plantes économiques et officinales*, par A. GUILLAUMIN. Paris, Muséum d'histoire naturelle, s. d.; 1 vol. 17^{cm}. (Présenté par M. Mangin.)

Flore générale de l'Indo-Chine, par H. LECOMTE; tome II, fasc. 9 : *Ombellifères*, par H. CHERMEZON; *Araliacées*, par R. VIGUIER; *Cornacées*, par F. EVRARD; tome III fasc. 2 : *Rubiacées* (suite), par J. PITARD. Paris, Masson et Cie, 1923; 2 fasc. 25^{cm}.

L'énergie rayonnante. Tableaux synoptiques de l'échelle des longueurs d'onde et des principales caractéristiques du rayonnement électromagnétique, avec un résumé des théories actuelles, par A. FORESTIER. Préface de M. MARCEL BOLL. Paris, Albert Blanchard, 1923; 1 vol. 27^{cm}. (Présenté par M. Jean Perrin.)

L'Hématoblaste, troisième élément du sang, par GEORGES HAYEM. Paris, Presses universitaires de France, 1923; 1 vol. 25^{cm}. (Présenté par M. Fernand Widal.)

Les fractures de l'orbite par projectiles de guerre, par FÉLIX LAGRANGE. Paris, Masson et Cie, 1917; 1 vol. 20^{cm}. (Présenté par M. H. Vincent.)

Atlas d'ophtalmoscopie de guerre, par FÉLIX LAGRANGE. Paris, Masson et Cie, 1918; 1 vol. 24^{cm}. (Présenté par M. H. Vincent.)

L'audition et ses variations, par MARAGE. Paris, chez l'auteur, 1923; 1 vol. 23^{cm}. (Présenté par M. d'Arsonval.)

Ethnographie sismique et volcanique, par le comte de MONTESSUS DE BALLORE. Paris, Honoré Champion, 1923; 1 vol. 25^{cm}.

Contribution à l'étude des variations périodiques de la température; leur cause probable, par HENRI MÉMERY. Paris, Chaix, 1921; 1 fasc. 23^{cm}.

Les actualités de chimie contemporaine, publiées sous la direction de A. HALLER. 2e série par R. CORNUBERT, A. BERTHOUD, M. BATTEGAY, M. TIFFENEAU et E. DARMOIS. Paris, Doin, 1924; 1 vol. 19^{cm}.

Leçons d'électrotechnique générale professées à l'École supérieure d'électricité, par P. JANET. Tome 3, 5e édition. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1923; 1 vol. 25^{cm}.

L'Institut Pasteur de Lille et la célébration du Centenaire de Pasteur à Lille, par L. MARMIER. Lille, O. Marquant, 1923; 1 vol. 28^{cm}.

La relativité; exposé élémentaire des théories d'Einstein et réfutation des erreurs contenues dans les ouvrages les plus notoires, par ANDRÉ METZ. Paris, Étienne Chiron, s. d.; 1 vol. 29^{cm}. (Présenté par M. Émile Borel.)

Morphologie générale. Membres et ceintures des Vertébrés tétrapodes. Critique morphologique du transformisme, par L. VIALLETON. Paris, Gaston Doin, 1924; 1 vol. 25^{cm}. (Présenté par M. Henneguy.)

ERRATA.

(Séance du 30 juillet 1923.)

Note de M. *Étienne Patte*, L'île des Cendres, volcan indo-chinois récemment apparu :

Page 335, ligne 4 en remontant, *au lieu de* 20^{km}, *lire* 29^{km}.
Page 336, ligne 10, *au lieu de* village, *lire* rivage.

(Séance du 1er octobre 1923.)

Note de M. *Adrien Guébhard*, A propos du macrosisme japonais :

Page 594, ligne 1, *au lieu de* devraient, *lire* devaient; ligne 22, *au lieu de* du repos, *lire* au repos.